



TUGAS AKHIR – RE 141581

# **PERANCANGAN UNIT BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

EKO ARY PRIAMBODO  
3313100005

## **Dosen Pembimbing**

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016





TUGAS AKHIR – RE 141581

# **PERANCANGAN UNIT BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

EKO ARY PRIAMBODO  
3313100005

## **Dosen Pembimbing**

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng.

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*





FINAL PROJECT – RE 141581

# **DESIGN OF A WATER TREATMENT PLAN IN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

EKO ARY PRIAMBODO  
3313100005

## **Supervisor**

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN UNIT BANGUNAN PENGOLAHAN**  
**AIR MINUM KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI**  
**SEPULUH NOPEMBER**

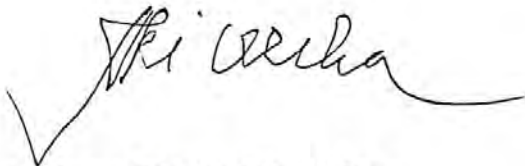
**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**EKO ARY PRIAMBODO**  
NRP 3313 100 005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng.**

NIP : 19520707 198103 1 005



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **PERANCANGAN UNIT BANGUNAN PENGOLAHAN AIR MINUM KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Nama Mahasiswa : Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005  
Jurusan : Teknik Lingkungan FTSP ITS  
Dosen Pembimbing : Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng

### **ABSTRAK**

Menurut masterplan Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) akan memiliki jumlah civitas akademik 25.000 orang dengan kebutuhan air minum sebesar 17 l/detik, sedangkan tinggi hujan rata-rata di wilayah Kampus ITS seluas 187 ha tersebut adalah 2.065 mm per tahun. Dengan demikian Kampus ITS memiliki potensi dalam pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air minum. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air minum secara mandiri dan mengurangi anggaran biaya penyediaan air minum maka diperlukan perencanaan unit bangunan pengolahan air minum Kampus ITS. Aspek yang ditinjau dalam perencanaan ini adalah aspek teknis dan finansial.

Berdasarkan penelitian pendahuluan didapatkan air baku yang berasal dari limpasan air hujan memenuhi standar kualitas air baku kelas 2. Lokasi IPAM direncanakan berada pada lahan seluas 1.927 m<sup>2</sup> di Jalan Teknik Mesin Kampus ITS dan akan dibangun 3 unit IPAM di lokasi tersebut. Sedangkan lokasi kolam penampungan air baku memiliki luas 4.458 m<sup>2</sup> dengan kedalaman 4-5 m yang berada 442 m dari lokasi IPAM. Pemanfaatan kolam penampungan air hanya sebesar 50% dari kapasitas yang dapat ditampung. Hal ini dikarenakan kolam penampungan juga di manfaatkan sebagai tempat wisata dan fasilitas penunjang kegiatan mahasiswa Kampus ITS.

Pembangunan IPAM Kampus ITS akan dilakukan dengan 3 tahap pembangunan. Pada tahap 1 memiliki kapasitas produksi sebesar 6,5 L/detik. Unit-unit yang digunakan dalam IPAM Kampus ITS adalah intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, reservoir dan rumah pompa. Berdasarkan perhitungan

finansial, pembangunan IPAM Kampus ITS akan membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.736.606.095 dengan biaya produksi dan O&M sebesar Rp.1.976/m<sup>3</sup>. Hal ini lebih murah dibandingkan dengan penyediaan air minum dari PDAM Surabaya sehingga dapat mengurangi pengeluaran Kampus ITS dalam hal penyediaan air bersih. Namun demikian, pemanfaatan kolam dan drainase sebagai penampungan air limpasan hujan yang digunakan sebagai air baku pada kondisi eksisting tidak dapat memenuhi kebutuhan air ITS. Sehingga diperlukan kajian lebih lanjut tentang sistem drainase dan kolam penampungan air Kampus ITS.

**Kata kunci: air limpasan hujan, air minum, biaya, kampus its, pengolahan air minum**

## **DESIGN OF A WATER TREATMENT PLAN IN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Name : Eko Ary Priambodo  
Register Number : 3313100005  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng

### **ABSTRACT**

According to its masterplan, ITS with the total academicians of nearly 25,000 people, have the water demands of 17 L/s, while the rainfall intensity around this university which have total area of 187 ha is 2,065 mm per year. Therefore, ITS have the potential to utilize rainfall in order to supply it's own water demand. In order to meet the water demand independently and reduce the water demand budgets, therefore the design of water treatment plant in ITS is needed. There are two aspect that will be reviewed in this design, which are technical and financial aspect.

In the preliminary research, raw water that comes from rainwater runoff has water quality of 2. The water treatment plant planned to be built in the location with total area 1,927 m<sup>2</sup> in Jalan Teknik Mesin ITS and there are 3 water treatment unit will be established in that place. While the location of reservoir has total area of 4.458 m<sup>2</sup> and has depth around 4-5 m, where it is located at 442 m from the water treatment plant. Utilization of reservoir only 50% from it's capacity. The reason of this matter is because reservoir also utilize as the entertainment area and supporting facility for ITS student's activity.

The construction of ITS water treatment plant will be done in 3 steps. The first step has water capacity of 6.5 L/s. Water treatment plant in ITS consist of intake, coagulation, flocculation, sedimentation, filtration, disinfection, reservoir and pump house. Based on financial calculation, construction of ITS water treatment plant is Rp1,736,606,095 pond and O&M cost is Rp 1,976/m<sup>3</sup>. This financial calculation show that this design is cheaper compare to water supply cost of PDAM Surabaya, therefore it can reduce the cost of water supply in this campus. Unfortunately, utilization of pond and drainage that function as the reservoir of rainwater runoff

that can be used as the raw water, in the existing condition not able to provide ITS water demand. Therefore, there is a need to have more review regarding drainage system and water pond in ITS.

**Keywords:** rainwater runoff, drinking water, cost, its, water treatment



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya ucapkan pada Alloh SWT karena atas Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Perancangan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember”. Atas bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan hingga terselesaikan laporan tugas akhir ini, saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, bimbingan dan ilmu yang diberikan.
2. Bapak Alfian Pornomo ST.,MT., Bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, ME,Ph.D., dan Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng. selaku dosen penguji tugas akhir, terima kasih atas saran serta bimbingannya.
3. Ibu dan Bapak Dosen Jurusan Teknik Lingkungan ITS yang telah membimbing serta memberikan ilmunya.
4. Ibu dan Bapak Laboran Jurusan Teknik Lingkungan ITS yang telah membantu dan memfasilitasi ketika di Laboratorium
5. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran tugas akhir saya.
6. Teman-teman angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat dan siap membantu saya.

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya menerima saran agar penulisan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| ABSTRAK.....                                        | i   |
| ABSTRACT .....                                      | iii |
| KATA PENGANTAR.....                                 | v   |
| DAFTAR ISI.....                                     | vii |
| DAFTAR TABEL.....                                   | ix  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                 | xi  |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                             | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....                             | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                            | 2   |
| 1.3 Tujuan .....                                    | 2   |
| 1.4 Ruang Lingkup .....                             | 2   |
| 1.5 Manfaat .....                                   | 3   |
| BAB 2 GAMBARAN UMUM DAERAH PERANCANGAN .....        | 5   |
| 2.1 Luas, Administrasi, dan Informasi Wilayah ..... | 5   |
| 2.2 Rencana Masterplan ITS .....                    | 5   |
| 2.3 Civitas Akademik ITS .....                      | 6   |
| 2.4 Jaringan Perpipaan Air Minum .....              | 7   |
| 2.5 Rekening Air Minum Kampus ITS.....              | 7   |
| BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 9   |
| 3.1 Baku Mutu Air.....                              | 9   |
| 3.2 Hidrolika Saluran Terbuka dan Tertutup.....     | 9   |
| 3.3 Pompa .....                                     | 11  |
| 3.4 Instalasi Pengolahan Air Minum .....            | 12  |
| 3.4.1 Intake.....                                   | 13  |
| 3.4.2 Koagulasi.....                                | 13  |
| 3.4.3 Flokulasi .....                               | 16  |
| 3.4.4 Sedimentasi.....                              | 17  |
| 3.4.5 Filtrasi.....                                 | 19  |
| 3.4.6 Desinfeksi.....                               | 23  |
| 3.4.7 Unit Pengolahan Lumpur .....                  | 24  |
| BAB 4 METODOLOGI PERANCANGAN .....                  | 25  |
| 4.1 Kerangka Perancangan.....                       | 25  |
| 4.2 Uraian Tahapan Kegiatan Perancangan .....       | 26  |
| BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....                    | 31  |
| 5.1 Analisis Kebutuhan Air .....                    | 31  |
| 5.2 Analisis Kuantitas Air Baku.....                | 32  |
| 5.3 Analisis Kualitas Air Baku .....                | 36  |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 5.4 Lokasi Perencanaan .....                | 37 |
| 5.5 Perencanaan Unit IPAM .....             | 38 |
| 5.4.1 Perencanaan Unit Intake .....         | 40 |
| 5.4.2 Perencanaan Unit Koagulasi .....      | 44 |
| 5.4.3 Perencanaan Unit Flokulasi .....      | 48 |
| 5.4.4 Perencanaan Unit Sedimentasi .....    | 52 |
| 5.4.5 Perencanaan Unit Filter .....         | 56 |
| 5.4.6 Perencanaan Desinfeksi Gas Klor ..... | 65 |
| 5.4.7 Perencanaan Unit Reservoir .....      | 65 |
| 5.6 Perencanaan Pengolahan Lumpur .....     | 69 |
| 5.7 Layout Unit IPAM .....                  | 70 |
| 5.8 BOQ dan RAB .....                       | 70 |
| 5.9 Analisa Kelayakan Ekonomi .....         | 75 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....            | 79 |
| 6.1 Kesimpulan .....                        | 79 |
| 6.2 Saran .....                             | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                        | 81 |
| BIOGRAFI PENULIS .....                      | 85 |
| LAMPIRAN 1 .....                            | 87 |
| LAMPIRAN 2 .....                            | 89 |
| LAMPIRAN 3 .....                            | 91 |
| LAMPIRAN 4 .....                            | 93 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Mahasiswa ITS Tahun 2006-2015.....                    | 6  |
| Tabel 2.2 Tenaga Pendidik ITS Tahun 2006-2015.....              | 6  |
| Tabel 2.3 Pengeluaran Kampus ITS untuk Penyediaan Air.....      | 7  |
| Tabel 3.1 Kriteria Desain Koagulasi .....                       | 15 |
| Tabel 3.2 Jenis Koagulan .....                                  | 16 |
| Tabel 3.3 Kriteria Desain Sedimentasi .....                     | 19 |
| Tabel 3.4 Perbedaan rapid sand filter dan slow sand filter..... | 20 |
| Tabel 3.5 Dosis Klor Untuk Disinfeksi .....                     | 24 |
| Tabel 5.1 Data Kebutuhan Air Kampus ITS 2015-2016.....          | 31 |
| Tabel 5.2 Data Tinggi Hujan Periode 2010-2015 .....             | 33 |
| Tabel 5.3 Analisa Kuantitas Air Baku Eksisting .....            | 34 |
| Tabel 5.4 Hasil Analisis Kuantitas Air baku .....               | 35 |
| Tabel 5.5 Distribusi Media Pasir Silika .....                   | 57 |
| Tabel 5.6 Distribusi Media Penyangga .....                      | 57 |
| Tabel 5.7 Nilai Nre dan Cd Media Pasir Silika .....             | 58 |
| Tabel 5.8 Nilai Vs dan Ee Media Pasir Silika.....               | 59 |
| Tabel 5.9 BOQ dan RAB IPAM ITS Tahap 1 .....                    | 71 |

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Pengadukan Cepat Hidrolik .....                       | 14 |
| Gambar 3.2 Grafik Ketinggian Terjunan Vs Gradien Kecepatan ..... | 15 |
| Gambar 3.3 Plate Settler .....                                   | 19 |
| Gambar 3.4 Desain Rapid Sand Filter .....                        | 21 |
| Gambar 4.1 Diagram Kerangka Perencanaan .....                    | 25 |
| Gambar 5.1 Kondisi Lokasi Tampak dari Arah Selatan .....         | 37 |
| Gambar 5.2 Kondisi Lokasi Tampak dari Arah Utara .....           | 38 |
| Gambar 5.3 Skema Pengolahan Air Minum ITS .....                  | 39 |
| Gambar 5.4 Sketsa Desain IPAM Kampus ITS .....                   | 39 |
| Gambar 5.5 Sketsa Intake .....                                   | 40 |
| Gambar 5.6 Dimensi Pompa Intake .....                            | 43 |
| Gambar 5.7 Sketsa Unit Koagulasi .....                           | 44 |
| Gambar 5.8 Sketsa Pipa Injeksi Koagulan .....                    | 47 |
| Gambar 5.9 Dosing Pump .....                                     | 48 |
| Gambar 5.10 Sketsa Unit Koagulasi .....                          | 49 |
| Gambar 5.11 Sketsa Desain Sedimentasi .....                      | 53 |
| Gambar 5.12 Sketsa Ruang Lumpur Sedimentasi .....                | 55 |
| Gambar 5.13 Sketsa Desain Filter .....                           | 56 |
| Gambar 5.14 Dimensi Pompa Backwash .....                         | 64 |
| Gambar 5.15 Sketsa Reservoir dan Rumah Pompa .....               | 66 |
| Gambar 5.16 Dimensi Pompa Intake .....                           | 68 |
| Gambar 5.17 Sketsa Utilitas Lantai 2 Reservoir .....             | 68 |
| Gambar 5.18 Sketsa Sludge Drying Bed .....                       | 69 |

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) memiliki luas wilayah sebesar 187 ha (Biro Perencanaan Kampus ITS, 2016). Kampus ITS di bangun di tiga lokasi yang berbeda yaitu di Sukolilo, Manyar, dan Cokroaminoto dengan pusat administrasi Kampus ITS terletak di Sukolilo. Perencanaan *masterplan* ITS pada tahun 2005 didesain dapat menampung 6.000 civitas akademik (Biro Perencanaan Kampus ITS, 2015), tahun 2015 Kampus ITS memiliki 21.492 civitas akademik (Biro Akademik dan Kemahasiswaan ITS, 2016). Bertambahnya jumlah civitas mengakibatkan penggunaan air di Kampus ITS meningkat. Penggunaan air yang meningkat berdampak tingginya pengeluaran Kampus ITS untuk penyediaan air minum, yaitu rata-rata sebesar Rp. 259.332.416 per bulan pada tahun 2015 (Biro Administrasi Umum dan Keuangan ITS, 2016). Tahun 2016, ITS masih mengandalkan 100% suplai air minum dari PDAM Surabaya dengan total kebutuhan air rata-rata 33.065 m<sup>3</sup>/bulan atau 12,2 l/detik (Biro Administrasi Umum dan Keuangan ITS, 2016).

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2016), Wilayah Kampus ITS memiliki tinggi hujan rata-rata 2.065 mm per tahun, dengan tinggi hujan tersebut Kampus ITS memiliki potensi dalam pemanfaatan air hujan untuk mencukupi kebutuhan air minum. Menurut Casali et al. (2010), air hujan memiliki kualitas yang baik dengan TSS 0,87-8,09 sehingga mudah dalam pengolahan. Pemanfaatan air hujan sudah didukung dengan terbangunnya kolam penampung buatan sejumlah delapan buah kolam yang terletak di beberapa titik di dalam wilayah ITS (Biro Perencanaan Kampus ITS, 2016). Kolam penampung ini berfungsi sebagai tempat penampungan air hujan, sehingga dapat dimanfaatkan di waktu musim kemarau. Kawasan Kampus ITS dibatasi dengan sungai yang menghubungkan kolam penampung satu dengan lainnya sehingga air dapat terdistribusi secara merata ke kolam penampung yang ada di ITS. Kolam penampung Kampus ITS memiliki total volume air yang dapat disimpan sebesar 54.289 m<sup>3</sup> (Biro Perencanaan Kampus ITS, 2016). Penyediaan air minum dengan air baku kolam penampung Kampus ITS diperlukan unit-

unit pengolahan terlebih dahulu untuk memenuhi baku mutu air minum yang tertera pada PERMENKES no.492 tahun 2010.

Tindakan peningkatan kualitas air dilakukan melalui instalasi pengolahan air minum dengan proses rekayasa teknologi. Tujuan aktivitas tersebut adalah untuk menjamin kualitas air minum yang dikonsumsi oleh manusia. Faktor yang memengaruhi pemilihan unit pengolahan salah satunya karakteristik air baku, sehingga diperlukan analisis air kolam penampung Kampus ITS sebagai air baku. Pemilihan unit pengolahan yang tepat dan efisien diharapkan dapat mengurangi biaya pengeluaran Kampus ITS untuk penyediaan air minum.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang menjadi dasar untuk dilakukan Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum ITS sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas dan kuantitas air baku dalam Kampus ITS untuk kebutuhan air minum ITS?
2. Bagaimana desain unit pengolahan air minum dengan air baku kolam penampung ITS?
3. Bagaimana kelayakan ekonomi unit pengolahan air minum ITS?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum ITS ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas dan kuantitas air baku dalam Kampus ITS untuk memenuhi kebutuhan air minum ITS.
2. Merencanakan desain unit pengolahan air minum dengan air baku kolam penampung ITS.
3. Analisis kelayakan ekonomi unit pengolahan air minum ITS.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum ITS sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang akan direncanakan adalah kawasan Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.

2. Aspek yang akan ditinjau dalam perancangan unit pengolahan air minum Kampus ITS meliputi aspek teknis dan aspek finansial.
3. Standar yang digunakan dalam analisa kualitas dan kuantitas air baku pengolahan adalah PP no.82 tahun 2001.
4. Parameter kualitas air yang digunakan adalah kekeruhan, pH, salinitas dan surfaktan yang mengacu pada baku mutu air minum pada PERMENKES no.492 tahun 2010.
5. Sumber air baku yang digunakan berasal dari kolam penampung yang berada dalam Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.
6. Tidak merancang saluran drainase yang menghubungkan kolam pengumpul Kampus ITS.
7. Perancangan teknis meliputi:
  - a) Proyeksi kebutuhan air 10 tahun mendatang.
  - b) Perhitungan ketersediaan air baku tanpa menghitung penyaluran air tiap kolam penampung.
  - c) Penentuan zona pengembangan unit bangunan pengolahan air.
  - d) Penentuan dan perhitungan unit-unit bangunan pengolahan air minum tanpa memperhatikan struktur dan konstruksi.
  - e) Gambar detail *engineering design* (DED).
  - f) *Bill Of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
  - g) Biaya operasi, pemeliharaan dan investasi unit pengolahan air minum.

### **1.5 Manfaat**

Hasil dari perancangan ini diharapkan memberi manfaat berupa:

1. Memberikan rekomendasi kepada pihak ITS dalam segi ekonomis dalam hal penyediaan air minum ITS.
2. Memanfaatkan sumber air yang ada untuk memenuhi kebutuhan air minum Kampus ITS.
3. Memberikan referensi dalam Perancangan Bangunan Pengolahan air minum.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB 2**

### **GAMBARAN UMUM DAERAH PERANCANGAN**

#### **2.1 Luas, Administrasi, dan Informasi Wilayah**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) terletak di Kota Surabaya. Luas Kampus ITS sebesar  $\pm 187$  ha dengan status tanah negara. Ketinggian permukaan tanah di Kampus ITS berkisar antara 3-4 mdpl. Kampus ITS dibangun di tiga lokasi yang berbeda yaitu di Sukolilo, Manyar, dan Cokroaminoto dengan pusat administrasi Kampus ITS terletak di Sukolilo. Kondisi peta Kampus ITS Sukolilo dapat dilihat pada Lampiran 1 Lembar 1.

Batas-batas wilayah Kampus ITS yaitu sebagai berikut:

1. Barat = Jalan Kertajaya Indah
2. Timur = Jalan Kejawan Gebang
3. Selatan = Jalan Arif Rahman Hakim
4. Utara = Jalan Raya ITS

Perancangan instalasi pengolahan air siap minum ini memiliki area pelayanan yaitu area akademik Kampus ITS Sukolilo yang terdiri dari lima fakultas, badan instansi ITS, dan fasilitas pendukung akademik.

#### **2.2 Rencana Masterplan ITS**

ITS memiliki rencana untuk mengembangkan area Kampus sesuai dengan kebutuhan pengembangan ITS dalam jangka waktu 10 tahun mendatang yaitu tahun 2025. Daerah timur laut di sekeliling robotika, direncanakan pembangunan *business centre*. Daerah Unit Pelayanan Terpadu Fasilitas Olah raga (UPT FASOR) direncanakan akan dibangun kolam renang, *jogging track*, dan tenis *indoor*. Daerah sekeliling asrama mahasiswa direncanakan pembangunan pusat pengelolaan lingkungan. Lokasi tersebut meliputi pengolahan limbah cair dan padat. Perkembangan Kampus ITS akan meningkatkan jumlah civitas akademik ITS sehingga akan meningkat kebutuhan air minum yang harus di suplai oleh ITS. Berdasarkan informasi dari Badan Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK) jumlah civitas akademik ITS di Kampus Sukolilo dibatasi hanya sampai 25.000 orang, hal ini karena keterbatasan lahan yang tersedia. Peta *masterplan* Kampus ITS dapat dilihat pada Lampiran 1 Lembar 2.

### 2.3 Civitas Akademik ITS

Civitas akademik ITS terdiri dari mahasiswa dan tenaga pendidik. Berdasarkan data dari BAAK ITS tahun 2016, mahasiswa ITS terdiri dari mahasiswa D3, D4, S1, S2, dan S3 dengan jumlah mahasiswa 19900 pada tahun 2015. Data jumlah mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Mahasiswa ITS Tahun 2006-2015

| Tahun | Jumlah (orang) |
|-------|----------------|
| 2015  | 19.900         |
| 2014  | 20.570         |
| 2013  | 19.725         |
| 2012  | 18.133         |
| 2011  | 17.040         |
| 2010  | 16.353         |
| 2009  | 15.849         |
| 2008  | 15.513         |
| 2007  | 15.004         |
| 2006  | 14.328         |

Sumber: Biro Akademik dan Kemahasiswaan ITS, 2016

Tenaga pendidik ITS terbagi menjadi tenaga pendidik dosen dan tenaga pendidik non dosen (karyawan). Berdasarkan data dari Biro Administrasi Umum dan Keuangan (BAUK) tahun 2016, Jumlah dosen dan karyawan yang berstatus PNS pada tahun 2015 sebanyak 911 orang dan 681 orang. Data jumlah tenaga pendidik ITS dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tenaga Pendidik ITS Tahun 2006-2015

| Tahun | Tenaga Pendidik ITS |                  | Total (orang) |
|-------|---------------------|------------------|---------------|
|       | Dosen (orang)       | Karyawan (orang) |               |
| 2015  | 911                 | 681              | 1.592         |
| 2014  | 900                 | 652              | 1.552         |
| 2013  | 914                 | 608              | 1.522         |
| 2012  | 908                 | 677              | 1.585         |
| 2011  | 934                 | 703              | 1.637         |
| 2010  | 934                 | 710              | 1.644         |
| 2009  | 929                 | 696              | 1.625         |
| 2008  | 911                 | 670              | 1.581         |
| 2007  | 939                 | 776              | 1.715         |
| 2006  | 956                 | 756              | 1.712         |

Sumber: Biro Administrasi Umum dan Keuangan ITS, 2016

## 2.4 Jaringan Perpipa-an Air Minum

Berdasarkan Badan Perencanaan Kampus tahun 2016, sumber air minum di lingkungan Kampus ITS saat ini di suplai dari PDAM Surabaya yaitu unit IPAM Karangpilang dan IPAM Ngagel. Jaringan pipa PDAM untuk Kampus ITS bersumber dari dua jaringan, yaitu jaringan barat dari Jalan Kertajaya Indah dan jaringan selatan dari Jalan Arif Rahman Hakim. Jaringan pipa dari Jalan Kertajaya Indah dengan meter air berada di pintu masuk bundaran ITS untuk suplai Kampus ITS. Sementara dari Jalan Arif Rahman Hakim meter air berada di Jalan Teknik Sipil untuk suplai Kampus ITS dan Asrama Mahasiswa.

Jaringan perpipa-an di ITS membentuk loop dengan diameter pipa Ø 6". Air yang masuk melalui pipa PDAM, akan ditampung pada tandon air bawah yang terdapat di setiap gedung Kampus ITS. Air yang ditampung di tandon bawah akan dipompa menuju tandon atas kemudian akan disalurkan dengan prinsip gravitasi.

## 2.5 Rekening Air Minum Kampus ITS

Berdasarkan Biro Keuangan Kampus ITS (2016), jumlah pengeluaran untuk penyediaan air minum untuk Kampus ITS Sukolilo sebesar Rp. 224.242.500 pada bulan maret 2016. Data pengeluaran untuk air minum Kampus ITS dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pengeluaran Kampus ITS untuk Penyediaan Air

| No | Bulan Tahun    | Volume (m <sup>3</sup> ) | Pengeluaran (Rp) |
|----|----------------|--------------------------|------------------|
| 1  | April 2015     | 32.140                   | 242.811.640      |
| 2  | Mei 2015       | 34.375                   | 260.549.140      |
| 3  | Juni 2015      | 35.311                   | 267.666.640      |
| 4  | Juli 2015      | 35.084                   | 268.041.640      |
| 5  | Agustus 2015   | 31.202                   | 239.459.140      |
| 6  | September 2015 | 28.335                   | 217.356.640      |
| 7  | Oktober 2015   | 35.069                   | 267.726.640      |
| 8  | Nopember 2015  | 33.041                   | 251.781.640      |
| 9  | Desember 2015  | 38.015                   | 289.574.140      |
| 10 | Januari 2016   | 32.359                   | 240.870.000      |
| 11 | Februari 2016  | 32.431                   | 246.832.500      |
| 12 | Maret 2016     | 29.419                   | 224.242.500      |

Sumber: Biro Administrasi Umum dan Keuangan ITS, 2016

*"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"*



## **BAB 3**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1 Baku Mutu Air**

Klasifikasi mutu air menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dapat dilihat pada Lampiran 2, ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas:

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air minum yang telah diolah dan akan dikonsumsi oleh masyarakat harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan pada PERMENKES No.492/PER/IV/2010. Parameter-parameter yang terdapat pada standar baku mutu dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### **3.2 Hidrolika Saluran Terbuka dan Tertutup**

Air akan mengalir apabila terjadi perbedaan tekanan, pada titik bertekanan besar ke tekanan kecil. Aliran air berdasarkan tekanan dibedakan menjadi dua, yaitu aliran tertutup dan aliran terbuka. Rumus yang digunakan dalam menentukan dimensi saluran terbuka menggunakan rumus Manning. Rumus saluran terbuka dapat dilihat pada Persamaan 3.1-3.5.

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.1)$$

dimana:

- Q = Debit aliran (l/detik)  
 n = Koefisien kekasaran manning  
 A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)  
 R = Jari-jari hidrolis (m)  
 S = Kemiringan dasar saluran (m/m)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.2)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h} \quad (3.3)$$

dimana:

- V = Kecepatan aliran (m/detik)  
 P = Keliling basah (m)  
 b = Lebar saluran (m)  
 h = Kedalaman saluran (m)

$$hf = S \times L \quad (3.4)$$

dimana:

- hf = Kehilangan tekanan (m)  
 L = Panjang saluran (m)

$$hf_p = \left[ \frac{Q}{\mu \times b \times h} \right]^2 \times \frac{1}{2g} \quad (3.5)$$

dimana:

- hf<sub>p</sub> = Kehilangan tekanan pada pintu air (m)  
 b = Lebar pintu air (m)  
 h = Tinggi air (m)

Modifikasi saluran terbuka berupa bak penampung dan bak pelimpah dilengkapi dengan *weir* berfungsi sebagai penyalur air dengan terlebih dahulu menahan sementara air yang akan disalurkan. Persamaan untuk menghitung dimensi *weir* dan *gutter* dapat dilihat pada Persamaan 3.6-3.7.

$$L = Q/WRL \quad (3.6)$$

dimana:

- L = Panjang *weir* (m)  
 WLR = *Weir loading rate* (m<sup>3</sup>/m.detik)

$$w = \frac{Q}{\sqrt{yc^2 \times g}} \quad (3.7)$$

dimana:

w = Lebar *gutter* (m)

yc = Tinggi muka air di *gutter* (m)

Kehilangan tekanan air pada pipa (*headloss*) terjadi karena gaya gesek antara fluida dengan permukaan pipa yang dilaluinya. Kehilangan tekanan pada pipa ada dua macam yaitu *mayor losses* dan *minor losses*. *Mayor losses* merupakan kehilangan tekanan sepanjang pipa lurus dimana dihitung dengan rumus Hazem-William. *Mayor losses* juga dipengaruhi oleh koefisien Hazem-William (C) dimana untuk pipa besi adalah 120-130 (Kawamura, 1991). Perhitungan *headloss* pada pipa menggunakan persamaan 3.8.

$$H_f = \frac{L}{(0,00155 \times C \times D^{2,63})^{1,85}} Q^{1,85} \quad (3.8)$$

dimana:

Hf = *Mayor losses* (m)

L = Panjang pipa (m)

Q = Debit aliran (l/detik)

C = Koefisien Hazen-William

*Minor losses* yaitu kehilangan tekanan yang terjadi pada aksesoris pipa yang digunakan, misal *elbow*, *tee*, *reducer*, *valve* dan lainnya. Persamaan yang digunakan (Kawamura, 1991):

$$H_f = K \times \frac{v^2}{2g} \quad (3.9)$$

dimana:

Hf = *Minor losses* (m)

K = Konstanta aksesoris

v = Kecepatan aliran (m/detik)

g = Kecepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)

### 3.3 Pompa

Tekanan pompa sangat bergantung kepada *head* yang dibutuhkan pada kondisi lapangan. Kebutuhan *head* yang paling berpengaruh diantaranya *head statis* sebagai beda tinggi antar permukaan air, *head friction* sebagai kehilangan tekanan selama pengaliran air, dan *head sisa tekan* sebagai cadangan tekanan

minimum yang rencanakan. Berdasarkan rumus Bernaulli untuk menghitung *head* pompa dapat di lihat di Persamaan 3.10.

$$H_p = H_s + H_{f_{total}} + H_{Sisa} \quad (3.10)$$

dimana:

$H_p$  = Tekanan total pompa (m)

$H_s$  = Tekanan statis (m)

$H_{f_{total}}$  = Kehilangan tekanan pada pipa (m)

$H_{Sisa}$  = Sisa tekan (m)

Operasional pompa membutuhkan listrik sebagai sumber tenaganya. Daya pompa nantinya akan menentukan kebutuhan listrik selama operasional pompa yang berhubungan dengan biaya operasional. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya pompa dapat di lihat di Persamaan 3.11 – 3.13.

$$HHP = \frac{Q \times y \times H_p}{75} \quad (3.11)$$

$$BHP = \frac{HHP}{\eta_p} \quad (3.12)$$

$$Nd = \frac{BHP(1+\alpha)}{\eta_{trans}} \quad (3.13)$$

dimana:

HHP = Daya hidrolik pompa ( $H_p$ )

BHP = Daya poros pompa ( $H_p$ )

Nd = Daya penggerak ( $H_p$ )

Q = Debit aliran ( $m^3/detik$ )

y = Berat spesifik cairan ( $kg/m^3$ )

$H_p$  = Total head pompa (m)

$\eta_p$  = Efisiensi pompa (60-85%)

$\eta_{trans}$  = Efisiensi transmisi pompa (75-95%)

$\alpha$  = Faktor cadangan (untuk motor induksi 0,1-0,2)

### 3.4 Instalasi Pengolahan Air Minum

Instalasi pengolahan air minum merupakan suatu sistem yang mengombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan proses. Sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan (Kawamura, 1991).Pemilihan masing-masing unit operasi yang digunakan dipengaruhi oleh berbagai faktor

seperti jenis dan karakteristik air, variasi debit air, kualitas hasil olahan yang diinginkan, pertimbangan kemudahan dalam operasi dan pemeliharaan yang berkaitan dengan ketersediaan teknologi dan tenaga terampil serta aspek finansial menyangkut biaya yang harus disediakan untuk pembangunan instalasi serta biaya operasionalnya. Sedangkan pengolahan air secara khusus yang disesuaikan dengan kondisi sumber air baku dan atau keperluan/peruntukan penggunaannya dapat dilakukan diantaranya dengan reverse osmosis, ion exchange, adsorpsi, dan pelunakan air (Darmasetiawan, 2004).

#### **3.4.1 Intake**

Dalam pengolahan air minum, bangunan intake berfungsi sebagai bangunan penyadap yang dibangun pada sumber air untuk mengambil air baku yang kemudian akan diolah dengan unit-unit pengolahan selanjutnya. Kapasitas bangunan intake yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan air harian maksimum. Intake untuk air permukaan dikelompokkan menjadi river intake dan reservoir intake. River intake digunakan untuk air baku sungai sedangkan reservoir intake digunakan pada air baku danau (AWWA, 1990). Bangunan intake harus diletakkan di tempat yang mudah diakses serta didesain dan dibangun untuk memenuhi kuantitas tertentu dan kualitas tertentu dari sumber air baku yang ada (Kawamura, 1991). Desain perencanaan menurut Al-layla (1980) adalah:

- a. Kecepatan pipa sadap 0,6-2,5 m/detik
- b. Pipa sadap harus dapat memenuhi kebutuhan air maksimum
- c. Dasar intake well 1 m dibawah dasar sungai atau 1,5 m di bawah muka air terendah
- d. Kecepatan pipa *suction* 1-2,5 m/detik

#### **3.4.2 Koagulasi**

Koagulasi adalah penambahan zat koagulan dan pengadukan cepat (*flash mixing*). Pengadukan cepat memiliki tujuan yaitu (Saputri, 2011):

- a. Untuk melarutkan koagulan
- b. Untuk mendistribusikan koagulan secara merata dalam air
- c. Untuk menghasilkan partikel-partikel halus sebagai inti koagulasi sebelum reaksi koagulan selesai.

Pengadukan cepat terdiri atas dua jenis yaitu mekanik dan hidrolis. Pengadukan mekanis memakai energi luar (*paddle*). Pengadukan hidrolis menggunakan efek gravitasi, sehingga terjadi besaran tinggi terjun atau kehilangan tekanan pada pipa (Joko, 2010). Kecepatan pengadukan merupakan faktor penting dalam koagulasi yang dinyatakan dengan gradien kecepatan. Gradien kecepatan (G) merupakan fungsi dari tenaga (P) yang dapat dilihat dari Persamaan 3.14.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \times V}} \quad (3.14)$$

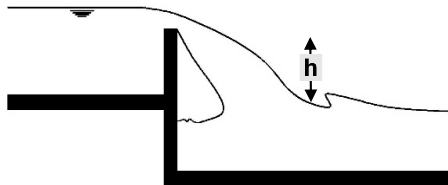
dimana:

- G = Gradien kecepatan (detik<sup>-1</sup>)
- P = Tenaga pengadukan (N.m/detik)
- V = Volume air (m<sup>3</sup>)
- μ = Viskositas absolut (N.detik/m<sup>2</sup>)

Unit pengadukan hidrolis memiliki kelebihan antara lain (Droste, 1997):

- a. Kebutuhan energi pada instalasi sedikit
- b. Operasional mudah
- c. Tidak memerlukan perbaikan dan perawatan mekanis

Koagulasi hidrolis terdiri atas dua jenis aliran, yaitu aliran terbuka (terjunan, *baffle channel*, *gravel bed*) yang mudah dalam pengoperasian dan pemeliharanya serta aliran bertekanan dalam pipa (Schulz et al., 1992). Metode pengadukan terjunan air merupakan metode pengadukan hidrolis yang sederhana dalam operasional. Gambar 3.1 menunjukkan pengadukan cepat dengan metode terjunan hidrolis.



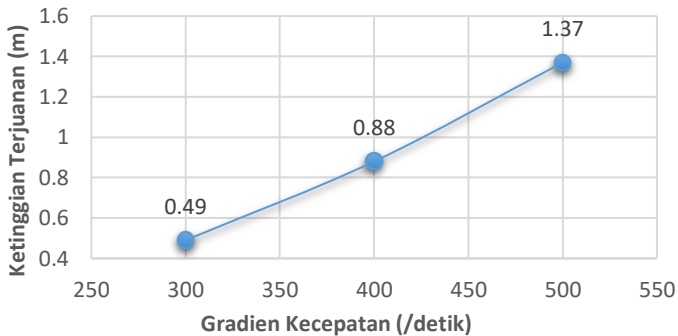
Gambar 3.1 Pengadukan Cepat Hidrolis  
Sumber: Masduqi dan Assomadi, 2012

Besarnya nilai (G) pada terjunan hidrolik dipengaruhi oleh tinggi terjunan yang dirancang sehingga ( $h_L$ ) merupakan fungsi dari ketinggian terjunan ( $h$ ), semakin besar nilai  $h_L$  maka semakin besar pula nilai G yang dapat dilihat pada Persamaan 3.15.

$$G = \sqrt{\frac{g \times h_L}{v \times t_d}} \quad (3.15)$$

dimana:

- g = Kecepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)  
 $h_L$  = Kehilangan tekanan (N.detik/m<sup>2</sup>)  
 $T_d$  = Waktu detensi (detik)  
 $v$  = Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/detik)



Gambar 3.2 Grafik Ketinggian Terjunan Vs Gradien Kecepatan  
 Sumber: Sari, 2010

Kriteria desain unit koagulasi dari beberapa literatur dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kriteria Desain Koagulasi

| Keterangan               | Masduqi dan Assomadi | Reynolds     | Darmasetiawan | Peavy         |
|--------------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|
| G (detik <sup>-1</sup> ) | 700-1.000            | 300-1.000    | 700-1.000     | 600-1.000     |
| $T_d$ (detik)            | 20-60                | 5-60         | 20-40         | 10-60         |
| G x $t_d$                | 14.000-60.000        | 5.000-18.000 | 20.000-30.000 | 10.000-36.000 |

Sumber: Masduqi dan Assomadi, 2012; Reynolds, 1982; Darmasetiawan, 2001; Peavy, 1985

Dosis koagulan yang diperlukan tergantung dari jenis koagulan yang digunakan, kekeruhan air, warna, pH, temperatur,

dan waktu pencampuran. Penentuan dosis optimum koagulan secara eksperimental dengan *jar test* (Darmasetiawan, 2001). Koagulan yang umum dipakai adalah aluminium sulfat atau tawas. Keuntungan dari penggunaan tawas ialah harga relatif murah dan dikenal relatif luas oleh operator sehingga tidak perlu pengawasan khusus (Anggraini, 2008). Jenis-jenis koagulan yang dapat di gunakan dapat di lihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Jenis Koagulan

| Nama                    | Bentuk            | Kelarutan (kg/m <sup>3</sup> ) | pH Optimum | Densitas (kg/m <sup>3</sup> ) | Harga (Rp/kg) |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|---------------|
| Alumunium Sulfat        | Bongkahan, Serbuk | 872                            | 6,0-7,8    | 1,62                          | 1.600         |
| Sodium Aluminat         | Serbuk            | Sangat larut                   | 6,0-7,8    | 1,50                          | -             |
| Poly Alumunium Chloride | Cairan, Bubuk     | 719                            | 6,0-7,8    | 1,09                          | 6.100         |
| Ferri Sulfat            | Kristal Halus     | 814                            | 4-9        | 1,89                          | -             |
| Ferri Klorida           | Bongkahan, Cairan | Sangat larut                   | 4-9        | 2,89                          | 4.800         |
| Ferro Sulfat            | Kristal Halus     | -                              | >8,5       | 2,84                          | 2.700         |

Sumber: Mulyadi, 2007

### 3.4.3 Flokulasi

Flokulasi merupakan pengadukan lambat untuk menggabungkan partikel-partikel koloid yang telah terdestabilisasi menjadi flok-flok yang dapat diendapkan pada unit pengolahan berikutnya dengan cepat (Anggraeni dan Susanawati, 2011). Pengadukan lambat digunakan dalam proses flokulasi karena (Saputri, 2011):

- Memberikan kesempatan kepada partikel flok yang sudah terbentuk inti flok untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar.
- Memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil.
- Mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Flokulasi dapat dilakukan dengan cara pengadukan hidrolis, mekanik, dan *pneumatik*. Pengadukan hidrolis dengan *baffled channel* menitikberatkan pada konstruksi pada celah antar *baffled*.



Persamaan G pada *baffled channel* dapat dilihat pada Persamaan 3.16.

$$G^2 = \frac{g \times h_L}{v \times t_d} \quad (3.16)$$

dimana:

- G = Gradien kecepatan (detik<sup>-1</sup>)
- g = Kecepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)
- h<sub>L</sub> = Kehilangan tekanan (m)
- v = Viskositas kinematis (m<sup>2</sup>/detik)
- T<sub>d</sub> = Waktu detensi (detik)

#### 3.4.4 Sedimentasi

Bangunan sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan flokulen yang terbentuk akibat adanya penambahan koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi. Bentuk bangunan sedimentasi secara umum berupa (Anggraeni dan Susanawati, 2011):

a) Segi empat (*rectangular*)

Air baku mengalir secara horizontal dari inlet menuju outlet. Partikel flokulen yang terbentuk diharapkan mengendap secara gravitasi ke *settling zone*.

b) Lingkaran (*circular*)

Air baku masuk melalui bagian tengah lingkaran dan secara horizontal menuju ke outlet di bagian keliling lingkaran. Partikel flokulen yang terbentuk mengendap secara gravitasi ke bawah.

Pada bangunan sedimentasi ini, terdapat beberapa zona yang mendukung proses pengendapan, yaitu zona inlet, zona pengendapan, dan zona lumpur (Lumbessy, 2013). Perbandingan panjang dan lebar bak sedimen yang sesuai dengan kriteria adalah 6:1 - 4:1, sedangkan perbandingan lebar dengan ketinggian bak 3:1 - 6:1 (Kawamura, 1991). Pada zona pengendapan terjadi proses pengendapan dari partikel flokulen, aliran air sangat berpengaruh dalam proses ini karena aliran tersebut dapat menjaga keutuhan flokulen agar tidak terpecah ( $N_{re} < 2000$ ) dan cukup waktu untuk mengendap. Agar aliran tetap stabil maka diperlukan nilai ( $N_{fr} < 10^{-5}$ ).

$$N_{re} = \frac{V_h \times R}{\mu} \quad (3.18)$$

$$Nfr = \frac{v_h^2}{g \times R} \quad (3.19)$$

dimana:

$V_h$  = Kecepatan horizontal (m/detik)

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

$\mu$  = Viskositas absolut (N.detik/m<sup>2</sup>)

Aliran air unit sedimentasi mempunyai kecepatan horizontal ( $V_h$ ) dan untuk pengendapan partikel memiliki tipikal kecepatan mengendap ( $V_s$ ). Waktu detensi ( $T_d$ ) air dalam bak sedimentasi dapat dihitung dengan Persamaan 3.20.

$$T_d = \frac{vol}{Q} \quad (3.20)$$

Waktu detensi ( $T_s$ ) untuk pengendapan flok dapat dicari dengan persamaan 3.21.

$$T_s = \frac{h}{V_s} \quad (3.21)$$

dimana:

$h$  = Kedalaman bak (m)

$Vol$  = Volume bak (m<sup>3</sup>)

$V_s$  = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

*Over flow rate* ( $V_h$ ) menggambarkan besarnya kecepatan aliran adalah fungsi dari debit ( $Q$ ) dibagi dengan luas permukaan ( $A_s$ ), dimana semakin besar luas permukaan, maka *Over flow rate* akan semakin kecil dan efisiensi pengendapan flok semakin baik (Kawamura,1991). Bak sedimentasi terdapat tube *settler* atau *plate settler* yang berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan. *Settler* merupakan komponen terpenting dalam proses mempercepat pengendapan dengan cara memperpendek area pengendapan (Darmasetiawan, 2001). Sudut *settler* yang disarankan adalah 45° - 60° dengan tujuan agar endapan yang telah terbentuk tidak tertahan pada *settler* (Schulz dan Okun,1984). Kecepatan aliran dalam *plate settler* dihitung dengan persamaan 3.22 (Kawamura,1991).

$$A = \frac{Q}{V_o} \times \frac{w / \sin \alpha}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha} \quad (3.22)$$

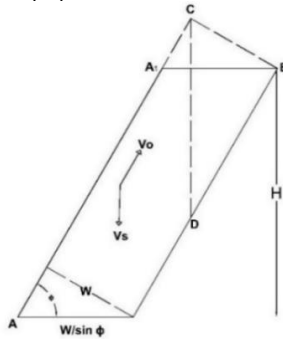
dimana:

$A$  = Luas *settler* (m<sup>2</sup>)

$Q$  = Debit aliran (m<sup>3</sup>)

$V_o$  = Kecepatan aliran pada *settler* (m/detik)

$\theta$  = Sudut kemiringan *settler* (m/detik)  
 $h$  = Kedalaman (m)  
 $w$  = Jarak *settler* (m)



Gambar 3.3 Plate Settler  
 Sumber: Schulz et al., 1992

$$V_s = \frac{Q}{A \sin \alpha} \quad (3.23)$$

dimana:

$V_s$  = Kecepatan pengendapan partikel (m/detik)

Zona outlet harus dirancang sedemikian rupa sehingga air yang keluar dari bak pengendapan dapat ditampung secara merata dan tidak mengganggu aliran dalam bidang pengendapan. Struktur outlet dapat berupa pelimpah datar memanjang yang terletak di atas *settler*, pelimpah dan pipa berlubang dengan *weir loading rate* (WLR)  $150 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$  (Kawamura,1991). Kriteria desain sedimentasi dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Desain Sedimentasi

| Parameter                                                   | Kriteria |
|-------------------------------------------------------------|----------|
| Surface loading rate ( $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{jam}$ ) | 20-60    |
| Mean horizontal velocity (m/min)                            | 0.15-0.9 |
| Water depth (m)                                             | 2-3      |
| Weir loading rate ( $\text{m}^3/\text{m}.\text{jam}$ )      | 100-200  |

Sumber: Visvanathan, 2004

### 3.4.5 Filtrasi

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir dan untuk *removal* sifat fisik air baku yaitu kekeruhan serta mikrobiologi yang terkandung di dalamnya.

Dilihat dari segi desain kecepatan, filtrasi digolongkan menjadi saringan pasir lambat (*slow sand filter*) dan saringan pasir cepat (*rapid sand filter*) (Al-layla, 1980). *Rapid sand filter* memiliki kelebihan dalam segi dimensi unit filtrasi yang tidak memerlukan lahan yang luas namun membutuhkan *backwash* dalam pengoperasiannya (Schulz, 1984). Perbedaan *rapid sand filter* dan *slow sand filter* dapat dilihat pada Tabel 3.4. Media yang dipakai berbentuk:

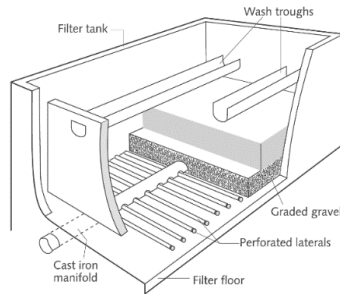
- *Singel* media, misal : pasir
- *Dual* media, misal : antrasit dan pasir terpisah
- *Mixed* media, misal : antrasit dan pasir tercampur

Tabel 3.4 Perbedaan *rapid sand filter* dan *slow sand filter*

| Kriteria                 | Rapid Sand Filter                                                    | Slow Sand Filter                                                                                                 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kec. Filtrasi            | 4 – 12 m/jam                                                         | 0,1 – 0,4 m/jam                                                                                                  |
| Ukuran bad               | 40 – 400 m <sup>2</sup>                                              | 2.000 m <sup>2</sup>                                                                                             |
| Kedalaman bed            | 30 – 45 cm kerikil, 60 – 70 cm pasir, tidak berkurang saat pencucian | 30 cm kerikil, 90 – 110 cm pasir, berkurang 50 – 80 cm saat pencucian                                            |
| Ukuran pasir             | <i>Effective size</i> >0,55 mm, <i>uniformity coefficient</i> <1,5   | <i>Effective size</i> >0,25 – 0,3 mm, <i>uniformity coefficient</i> <2 – 3                                       |
| Distribusi ukuran media  | Terstratifikasi                                                      | Tidak terstratifikasi                                                                                            |
| Sistem <i>underdrain</i> | Pipa lateral berlubang yang mengalir ke pipa <i>manifold</i>         | Pipa lateral berlubang yang mengalir ke pipa <i>manifold</i> atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran |
| Kehilangan energi        | 30 cm saat awal, hingga 275 cm saat akhir                            | 6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir                                                                         |
| Filter run               | 12 -72 jam                                                           | 20 – 60 hari                                                                                                     |
| Metoda pembersihan       | Mengangkat kotoran dan pasir ke atas dengan <i>backwash</i>          | Mengambil lapisan pasir di permukaan dan mencucinya                                                              |
| Air untuk pembersihan    | 1 – 6% dari air tersaring                                            | 0,2 – 0,6% dari air tersaring                                                                                    |
| Pengolahan pendahulu     | Koagulasi-flokulasi-sedimentasi                                      | Kekeruhan kurang dari 50 NTU                                                                                     |

Sumber: Schulz dan Okun, 1984

Gambar *rapid sand filter* dapat dilihat pada Gambar 3.5. Kriteria nilai ukuran efektif dan keseragaman media untuk beberapa jenis dan jumlah media filter dapat dilihat pada Tabel 3.5.



Gambar 3.4 Desain Rapid Sand Filter  
Sumber: Reynolds dan Richards, 1996

Laju filtrasi ( $V_f$ ) sebanding dengan luasan media filter ( $A_f$ ) sehingga dapat dihitung dengan Persamaan 3.24, sedangkan perhitungan kehilangan tekanan pada media filter di gunakan persamaan Rose dengan Persamaan 3.25.

$$A_f = \frac{Q}{V_f} \quad (3.24)$$

$$h_L = 1,067 \frac{L \cdot V_f^2}{\Psi \cdot \varepsilon^4 \cdot g} \sum \frac{C_D \cdot x}{d} \quad (3.25)$$

dimana:

- $h_f$  = Kehilangan tekanan (cm)
- $L$  = Tebal media (cm)
- $x$  = Fraksi berat
- $\nu$  = Viskositas kinematis ( $m^2/detik$ )
- $V_f$  = Kecepatan filtrasi (cm/detik)
- $\varepsilon$  = Porositas media
- $g$  = Kecepatan gravitasi (cm/detik<sup>2</sup>)
- $\Psi$  = shape factor (faktor bentuk)
- $d$  = diameter geometri media

$$N_{Re} = \frac{\Psi \cdot d \cdot V_f}{\nu} \quad (3.26)$$

$C_D$  adalah koefisien drag yang besarnya tergantung bilangan Reynolds ( $N_{Re}$ ). Rumus perhitungan nilai  $C_D$  dapat di lihat di Persamaan 3.27-3.29.

- $N_{Re} < 1$   $C_D = \frac{24}{N_{Re}}$  (3.27)

- $1 < N_{Re} < 10^4$   $C_D = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$  (3.28)

- $N_{Re} > 10^4$   $C_D = 0,4$  (3.29)

Meningkatkan kinerja *backwashing*, sering didahului dengan pencucian di permukaan (*surface washing*) atau memberikan tekanan udara dari bawah dengan blower (*air washing*). Tujuan pencucian filter adalah melepaskan kotoran yang menempel pada media filter dengan aliran ke atas (*upflow*) hingga media terekspansi. Umumnya tinggi ekspansi sebesar 15 sampai 35% dengan lama pencucian 3 hingga 15 menit (Droste, 1997). Kecepatan pengendapan media dapat dihitung dengan Persamaan 3.30 (Masduki dan Assomadi, 2012).

$$v_s = \sqrt{\frac{4g (S_g - 1) d}{3C_D}} \quad (3.30)$$

dimana:

$v_s$  = Kecepatan pengendapan butiran media (m/detik)

$\rho_s$  = Berat jenis butiran media ( $kg/m^3$ )

$d$  = Diameter butiran media (m)

$C_d$  = Koefisien drag

Porositas media terekspansi ( $\epsilon_e$ ) bergantung pada  $v_s$  dan  $v_b$ :

$$\epsilon_e = \left[ \frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22} \quad (3.31)$$

dimana:

$\epsilon_e$  = Porositas media ekspansi (%)

$v_b$  = Kecepatan *backwash* (m/detik)

Pada saat *backwash* diharapkan terjadi ekspansi media, maka diperlukan  $v_b$  yang besar, sehingga diambil nilai kecepatan pengendapan butiran media ( $v_s$ ) dengan diameter paling besar media (Rich, 1961).

$$v_b = v_s \times \epsilon^{4,5} \quad (3.32)$$

dimana:

$\epsilon$  = Porositas media (%)

Ketinggian ekspansi media dihitung dengan Persamaan 3.33 (Masduki dan Assomadi, 2012).

$$L_e = (1 - \epsilon) \cdot L \cdot \sum \frac{x}{1 - \epsilon_e} \quad (3.33)$$

dimana:

$L_e$  = Tinggi media ekspansi (m)

$L$  = Tinggi media (m)

*Headloss* ( $h_L$ ) media filter pada saat awal *backwash* dihitung dengan Persamaan (3.34) (Masduqi dan Assomadi, 2012).

$$h_L = L \times (1 - \epsilon)(S_g - 1) \quad (3.34)$$

### 3.4.6 Desinfeksi

Desinfeksi adalah proses untuk membunuh bakteri, protozoa, dan virus dengan kuantitas desinfektan yang kecil dan tidak beracun bagi manusia. Reaksi desinfeksi yang terjadi harus dilaksanakan di bawah kondisi normal, termasuk suhu, aliran, kualitas air, dan waktu kontak. Hal ini akan membuat air menjadi tidak beracun, tidak berasa, lebih mudah diolah, ekonomis, serta akan meninggalkan residu yang tetap untuk jangka waktu yang aman, sehingga kontaminan dapat dihilangkan (Al-Layla, 1980).

Kebutuhan klor dalam suatu perencanaan desinfeksi memberikan sisa klor aktif agar dalam distribusi air produksi tidak terkontaminasi mikroorganisme bila terjadi kebocoran dalam pipa. Klorinasi dapat dilakukan dengan penambahan kalsium hipoklorit ( $\text{CaOCl}_2$ ) sebagai sumber klornya dapat pula dengan gas  $\text{Cl}_2$ . Dosis klor dapat bervariasi tergantung pada kualitas air, temperatur dan kondisi iklim yang lain. Kadar klorin dalam kaporit adalah 65-70% dan masa 80-98 gr/100 ml, sedangkan klorin dalam gas  $\text{Cl}_2$  adalah 99% (Droste, 1997). Sisa klor sebesar 0,5 mg/L dalam air dapat membunuh bakteri dalam air dengan efektif, namun akan menimbulkan bau klor apa bila melebihi 2 mg/L (Masduqi dan Assomadi, 2012). Adapun sifat-sifat gas klor, antara lain:

- 1) Dalam keadaan gas berwarna kuning kehijau-hijauan
- 2) Dalam keadaan cair berwarna batu ambar
- 3) Gas chlor 2,48 x lebih berat dari udara
- 4) Chlor cair 1,44 x lebih berat dari air
- 5) Chlor cair terlihat jernih
- 6) Mudah menguap
- 7) Daya larut gas chlor 0,7293 gr/100 gr  $\text{H}_2\text{O}$  pada 20°C CC dan 1 atm

Tabel 3.5 Dosis Klor Untuk Disinfeksi

| Tujuan Pengolahan                                                             | Dosis Klor (mg/L)             | Waktu Kontak (menit) | Rentang pH |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|
| Residu klor kombinasi                                                         | 1 - 5                         |                      | 7 - 8      |
| Residu klor bebas                                                             | 0,5 - 4                       |                      | 7 - 8      |
| Reaksi breakpoint                                                             | 6 - 8 x<br>mg/L $\text{NH}_3$ | 30                   | 6,5 - 8,5  |
| Pembentukan monokloramin<br>(dikloramin akan terbentuk<br>bila pH di bawah 7) | 3 - 4 x<br>mg/L $\text{NH}_3$ | 20                   | 7 - 8      |
| Pembentukan residu klor<br>bebas                                              | 6 - 8 x<br>mg/L $\text{NH}_3$ | 20                   | 6,5 - 8,5  |

Sumber: Qasim et al., (2000)

### 3.4.7 Unit Pengolahan Lumpur

Sludge Drying Bed adalah salah satu pengolahan lumpur dengan sistem natural dewatering yang memanfaatkan sinar matahari. Sludge drying bed ini digunakan untuk pengeringan lumpur yang relatif stabil. Untuk pengeringan tergantung dari cuaca, terutama sinar matahari (Metcalf dan Eddy, 2014).

Menurut Metcalf dan Eddy (2014), prinsip sludge drying bed adalah sebagai berikut:

- 1) Tahap 1 : terjadi pengurangan kadar air pada lumpur melalui proses infiltrasi. Pada tahap ini kadar air dapat turun sampai 80%.
- 2) Tahap 2 : terjadi proses penguapan kandungan air pada lumpur. Pada tahap ini kadar air lumpur dapat turun sampai 60%.

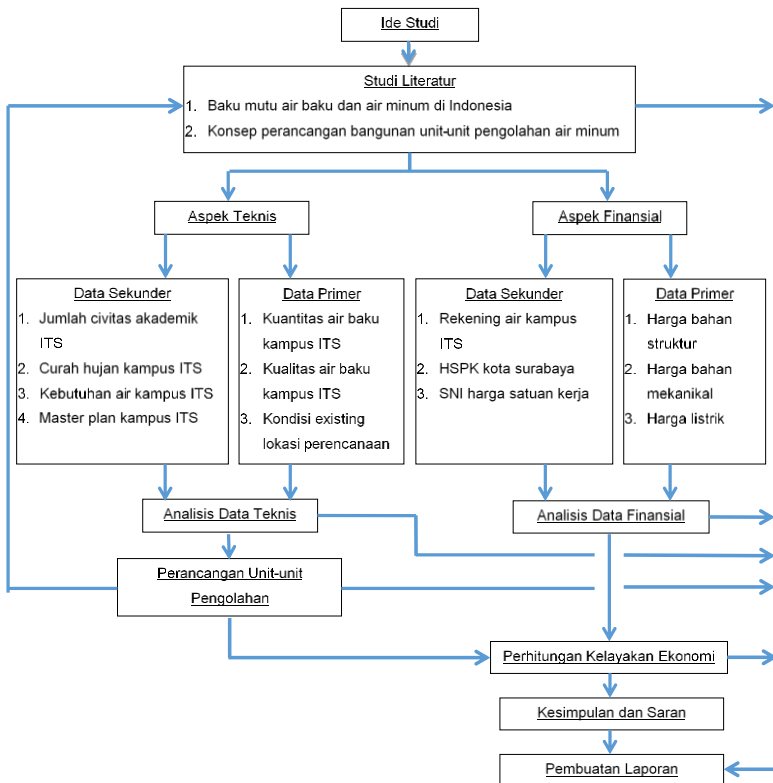


## BAB 4

### METODOLOGI PERANCANGAN

#### 4.1 Kerangka Perancangan

Kerangka perancangan ini disusun untuk memberikan gambaran tahapan-tahapan pelaksanaan kegiatan perancangan dan membantu pelaksanaan menjadi sistematis. Kerangka perancangan disajikan dalam bentuk diagram alir Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Kerangka Perencanaan

#### 4.2 Uraian Tahapan Kegiatan Perancangan

Rangkaian kegiatan perancangan yang terdapat dalam kerangka perancangan dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Ide studi

Ide penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan unit pengolahan air minum di Kampus ITS untuk mengurangi biaya pengeluaran Kampus ITS dalam hal penyediaan air minum. Dengan latar belakang tersedianya sumber air baku berupa air kolam penampung di dalam Kampus ITS.

2) Studi literatur

Studi literatur merupakan tinjauan pustaka sebagai kegiatan mengumpulkan informasi yang berguna, memahami konsep perancangan dan mendapatkan data penunjang untuk kegiatan perancangan yang berasal dari literatur. Tinjauan pustaka yang dilakukan meliputi baku mutu air baku, air minum yang di gunakan di Indonesia dan unit-unit pengolahan air minum.

3) Pengumpulan data

Data yang di gunakan dalam perancangan unit bangunan pengolahan air minum Kampus ITS ini antara lain:

a. Data Sekunder

Data sekunder yang di perlukan dalam kegiatan perancangan, antara lain:

- Data tinggi hujan yang diperoleh dari BMKG kota surabaya, digunakan untuk mengetahui potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan.
- Data jumlah civitas akademik Kampus ITS yang diperoleh dari birokrasi Kampus ITS, digunakan untuk proyeksi kebutuhan air.
- Data kebutuhan air Kampus ITS yang diperoleh dari rekening tagihan air Kampus ITS yang dikeluarkan oleh PDAM kota Surabaya, digunakan untuk menentukan debit unit pengolahan air minum.
- *Masterplan* Kampus ITS yang diperoleh dari birokrasi Kampus ITS, digunakan untuk menentukan letak unit pengolahan.

b. Data Primer

Data primer yang diperlukan dalam kegiatan perancangan, antara lain:

- Kualitas air baku kolam penampung Kampus ITS untuk menentukan unit pengolahan yang akan digunakan, karakteristik air baku:
  - Kekerusuhan menggunakan metode *turbidimetri*
  - TSS menggunakan metode *gravimetric*.
  - Dosis koagulan metode *jar test*
  - Salinitas menggunakan metode konduktivitas
  - Detergen menggunakan metode MBAS
  - Kecepatan partikel mengendap dengan *imhoff cone*
- Kondisi eksisting lokasi perancangan untuk mengetahui kondisi terbaru lokasi perancangan.
- Harga bahan struktur, *mekanical* dan listrik untuk menganalisis kelayakan ekonomi.

4) Analisis data

Data primer dan sekunder yang terkumpul digunakan dalam perhitungan dan analisis data sebagai dasar dari perancangan.

- Proyeksi kebutuhan air 10 tahun mendatang didapatkan kebutuhan air yang harus di sediakan.
- Tinggi hujan memberikan perkiraan tersedianya air baku dalam Kampus ITS dengan mempertimbangkan evaporasi dan infiltrasi pada wilayah Kampus ITS.
- Kualitas air baku didapatkan alternatif unit pengolahan yang digunakan dalam pengolahan air baku.
- Analisis air baku dilakukan di Laboratorium Pemulihan Air Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Analisis air baku meliputi:
  - Karakteristik pengendapan partikel diskret.  
Analisis bertujuan untuk menentukan kecepatan pengendapan partikel diskret dan volume lumpur yang dihasilkan. Analisis dilakukan menggunakan *imhoff cone* dengan waktu tinggal  $\frac{1}{4}$  -2 jam. Kecepatan pengendapan ditentukan dari waktu yang dibutuhkan partikel diskret untuk mengendap ke dasar *imhoff cone*.

Volume lumpur diukur dari lumpur yang di hasilkan selama waktu pengendapan.

- Dosis optimum koagulan

Analisis ini bertujuan untuk menentukan dosis alum dengan metode *jar test*.

- Karakteristik pengendapan flok

Analisis bertujuan untuk menentukan kecepatan pengendapan dan volume flok setelah dilakukan pembubuhan alum. Analisis menggunakan metode *imhoff cone*.

- Analisis parameter kualitas air baku menurut PP no.82 tahun 2001
- Kebutuhan air akan didapatkan debit air yang harus diolah dalam perancangan yang dibandingkan dengan kesediaan air baku.

5) Perancangan unit-unit pengolahan

Pengembangan unit-unit pengolahan ini dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan yang meliputi tata guna lahan, pengamatan kondisi lapangan yang ada dan hasil analisis data yang mengacu pada parameter standar kualitas air minum yang digunakan di Indonesia, yaitu Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, sehingga didapatkan unit pengolahan yang tepat dan efisien dalam pengolahannya. Perancangan pengembangan ini sendiri, diupayakan untuk tidak mengubah kondisi eksisting yang telah ada. Hal tersebut dikarenakan pertimbangan teknis dan juga ekonomi.

6) Perhitungan kelayakan ekonomi.

Kelayakan ekonomi digunakan dalam menganalisis dalam segi finansial pada pembangunan (BOQ dan RAB) maupun dalam operasi, pemeliharaan dan investasi unit pengolahan air minum Kampus ITS. BOQ dan RAB mengacu pada SNI harga satuan kerja dan harga satuan pokok kerja (HSPK) kota surabaya.

7) Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses metode perancangan, dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran yang jelas terhadap detail perancangan ini. Saran yang dibuat dalam perancangan ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam rangka penyediaan air minum Kampus ITS dengan memanfaatkan sumber daya yang ada, sehingga dapat menurunkan pengeluaran Kampus ITS.

*"Halaman Ini Sengaja Dikosongkan"*

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penyediaan air minum sangat dipertimbangkan 3 aspek yaitu kualitas, kuantitas dan kontinuitas, maka dalam perancangan unit Instalasi Pengolahan Air Minum (IPAM) Kampus ITS dengan air hujan sebagai air membutuhkan analisis awal untuk mengetahui potensi air yang tersedia. Analisis yang diperlukan antara lain:

- a. Analisis kebutuhan air
- b. Analisis kuantitas air baku
- c. Analisis kualitas air baku

#### **5.1 Analisis Kebutuhan Air**

Kebutuhan air Kampus ITS tidak hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan civitas akademik namun juga digunakan untuk kegiatan perawatan area kampus, laboratorium dan tempat ibadah sehingga kebutuhan air tidak hanya bergantung pada jumlah civitas akademiknya. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan air yaitu jumlah civitas akademik, jadwal kegiatan kampus dan jenis kegiatan kampus.

Untuk menganalisis kebutuhan air dengan melibatkan semua faktor tersebut memerlukan metode yang cukup rumit dan memerlukan banyak data primer yang harus diambil, sehingga pada analisis ini digunakan data sekunder yang ada. Data kebutuhan air Kampus ITS dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Kebutuhan Air Kampus ITS 2015-2016

| <b>No</b> | <b>Bulan Tahun</b> | <b>Volume (m<sup>3</sup>)</b> |
|-----------|--------------------|-------------------------------|
| 1         | April 2015         | 32.140                        |
| 2         | Mei 2015           | 34.375                        |
| 3         | Juni 2015          | 35.311                        |
| 4         | Juli 2015          | 35.084                        |
| 5         | Agustus 2015       | 31.202                        |
| 6         | September 2015     | 28.335                        |
| 7         | Oktober 2015       | 35.069                        |
| 8         | Nopember 2015      | 33.041                        |
| 9         | Desember 2015      | <b>38.015</b>                 |
| 10        | Januari 2016       | 32.359                        |
| 11        | Februari 2016      | 32.431                        |
| 12        | Maret 2016         | 29.419                        |
| Rata-rata |                    | 33.065                        |

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui kebutuhan rata-rata sebesar  $33.065 \text{ m}^3$  dan kebutuhan tertingginya  $38.015 \text{ m}^3$ . Dari nilai tersebut akan dibandingkan dengan jumlah civitas akademik sehingga didapatkan kebutuhan rata-rata tiap civitas, kebutuhan air ini dianggap kebutuhan air untuk kegiatan lain masuk dalam kebutuhan air per civitas.

Tahun 2015 memiliki jumlah civitas akademik sebesar 21.492 orang yang terdiri dari 19.990 mahasiswa dan 1.592 tenaga pendidik. Berdasarkan *masterplan* ITS 2015, jumlah maksimal civitas akademik Kampus ITS sebanyak 25.000 orang, sehingga dalam analisis kebutuhan air ini diperkirakan kebutuhan air untuk 25.000 civitas akademik. Berikut merupakan perhitungan analisis perhitungan kebutuhan air ITS:

- Kebutuhan air = Debit total/Jumlah orang  

$$= \frac{38.015 \text{ m}^3/\text{bulan} \times 1000 \text{ l/m}^3}{21.492 \text{ orang} \times 30 \text{ hari/bulan}}$$

$$= 58,95 \text{ l/orang. hari}$$
- Kebutuhan <sub>25000 orang</sub> =  $58,95 \text{ l/orang. hari} \times 25.000 \text{ orang}$   

$$= 1.473.750 \text{ l/hari}$$
- Debit <sub>25000 orang</sub> =  $1.473.750 \text{ l/hari} / 86400 \text{ detik/hari}$   

$$= 17 \text{ l/detik}$$
- Volume per bulan =  $1.473.750 \text{ l/hari} \times 30 \text{ hari} / 1000 \text{ l/m}^3$   

$$= 44.220 \text{ m}^3$$

Hasil perhitungan ini merupakan kebutuhan maksimum pada satu bulan. Hasil ini merupakan perkiraan data eksisting sehingga mendekati kondisi di lapangan.

## 5.2 Analisis Kuantitas Air Baku

Penyediaan air minum Kampus ITS menggunakan air baku dari air hujan yang di tampung pada kolam penampungan maupun saluran drainase. Kuantitas air baku sangat bergantung pada:

- Tinggi hujan
- Jumlah hari hujan
- Tingkat evaporasi
- Kelembapan udara
- Suhu
- Tingkat penyinaran matahari
- Jenis tanah



Analisis kuantitas air baku dalam tugas akhir ini menggunakan metode perhitungan volume limpasan air hujan. Perhitungan ini bertujuan memperkirakan tersedianya air baku dalam Kampus ITS untuk memenuhi kebutuhan air minum Kampus ITS. Perhitungan volume air permukaan akibat air hujan harus diketahui nilai C, yaitu koefisien hujan efektif, nilai C tergantung pada jenis permukaan. Untuk mengetahui nilai C rata-rata harus diketahui persentase tiap jenis permukaan. Pada *masterplan* Kampus ITS 2015, kawasan ITS telah terbangun sebesar 65% dan 35% merupakan kawasan terbuka, kawasan terbangun memiliki nilai C sebesar 0,7-0,95 dan kawasan terbuka 0,13-0,17. Kampus ITS terbangun pada kawasan yang memiliki level muka air yang tinggi sehingga kemampuan dalam penyerapan air yang cukup kecil, dari dua hal tersebut mengakibatkan nilai C air hujan yang tinggi, dari pertimbangan dua hal tersebut dalam analisis kuantitas air baku dalam kawasan Kampus ITS digunakan nilai C sebesar 60% yang berarti dimana 60% air hujan masuk dalam sistem drainase.

Data tinggi hujan 5 tahun terakhir dikumpulkan guna mengetahui rata-rata urah hujan tiap bulan. Periode pencatatan data tinggi hujan rata-rata tiap bulan tahun 2010-2015 dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data Tinggi Hujan Periode 2010-2015

| Bulan     | Tinggi Hujan (mm/bulan) |       |       |       |       |       |           |
|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
|           | 2010                    | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | Rata-rata |
| Januari   | 582                     | 231   | 446   | 365   | 259   | 465   | 391       |
| Februari  | 488                     | 213   | 179   | 287   | 247   | 437   | 309       |
| Maret     | 314                     | 399   | 211   | 461   | 455   | 480   | 387       |
| April     | 141                     | 141   | 141   | 141   | 273   | 259   | 183       |
| Mei       | 374                     | 157   | 114   | 196   | 105   | 182   | 188       |
| Juni      | 92                      | 31    | 68    | 240   | 202   | 0     | 106       |
| Juli      | 136                     | 31    | 0     | 109   | 48    | 2     | 54        |
| Agustus   | 16                      | 0     | 0     | 0.6   | 0     | 18    | 6         |
| September | 129                     | 0     | 0     | 0.2   | 0     | 0     | 22        |
| Oktober   | 269                     | 10    | 2     | 4     | 0     | 0     | 48        |
| Nopember  | 141                     | 261   | 58    | 108   | 72    | 53    | 116       |
| Desember  | 215                     | 317   | 171   | 359   | 320   | 130   | 252       |
| Total     | 2.897                   | 1.791 | 1.390 | 2.271 | 1.981 | 2.026 | 2.059     |

Sumber: Stasiun Meteorologi Juanda Surabaya

Kondisi eksisting sistem drainase dan kolam penampungan yang terletak di jalan teknik mesin memiliki luas limpasan 7,31 ha. Berikut perhitungan volume hujan efektif pada kondisi eksisting:

Diketahui:

- Tinggi hujan : 391 mm/tahun
- Luas limpasan : 7,31 ha : 73.100 m<sup>2</sup>
- Koefisien C : 0,6

Perhitungan

- Volume hujan efektif =  $C \times R \times A$   
 $= 0,6 \times 391 \frac{\text{mm}}{\text{bulan}} \times 73.100 \text{m}^2$   
 $= 17.149 \text{ m}^3/\text{bulan}$
- Selisih volume =  $V_{\text{hujan efektif}} - V_{\text{kebutuhan}}$   
 $= 17.149 \text{ m}^3/\text{bulan} - 44.220 \text{ m}^3/\text{bulan}$   
 $= -27.071 \text{ m}^3/\text{bulan}$

Hasil perhitungan analisis kuantitas air baku pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Analisa Kuantitas Air Baku Eksisting

| Bulan     | Tinggi hujan (mm/bulan) | C   | Volume (m <sup>3</sup> ) | Kebutuhan air (m <sup>3</sup> ) | Sisa (m <sup>3</sup> ) |
|-----------|-------------------------|-----|--------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Januari   | 391                     | 0,6 | 17.149                   | 44.220                          | -27.071                |
| Februari  | 309                     | 0,6 | 13.553                   | 44.220                          | -30.667                |
| Maret     | 387                     | 0,6 | 16.974                   | 44.220                          | -27.246                |
| April     | 183                     | 0,6 | 8.026                    | 44.220                          | -36.194                |
| Mei       | 188                     | 0,6 | 8.246                    | 44.220                          | -35.974                |
| Juni      | 106                     | 0,6 | 4.649                    | 44.220                          | -39.571                |
| Juli      | 54                      | 0,6 | 2.368                    | 44.220                          | -41.852                |
| Agustus   | 6                       | 0,6 | 263                      | 44.220                          | -43.957                |
| September | 22                      | 0,6 | 965                      | 44.220                          | -43.255                |
| Oktober   | 48                      | 0,6 | 2.105                    | 44.220                          | -42.115                |
| Nopember  | 116                     | 0,6 | 5.088                    | 44.220                          | -39.132                |
| Desember  | 252                     | 0,6 | 11.053                   | 44.220                          | -33.167                |
| Total     |                         |     | 90.439                   | 530.639                         | -440.201               |

Berdasarkan hasil analisa kondisi eksisting, limpasan air hujan tidak dapat memenuhi kebutuhan air Kampus ITS. Namun pada kolam penampungan terdapat saluran drainase yang menghubungkan kolam dengan sungai bokor, sehingga air baku

yang tertampung pada kolam tidak hanya dari air limpasan hujan. Oleh karena itu dengan suplay air dari sungai bokor dapat memenuhi kebutuhan air Kampus ITS. Kondisi sungai bokor yang melewati kawasan pemukiman mengakibatkan kualitas air yang buruk, sehingga untuk kedepanya direncanakan air baku berasal dari limpasan air hujan wilayah Kampus ITS. Maka dilakukan analisa kuantitas air secara menyeluruh wilayah Kampus ITS untuk mengetahui potensi air baku. Berikut perhitungan volume air hujan:

Diketahui:

- Tinggi hujan : 391 mm/bulan
- Luas wilayah : 187 ha : 1.870.000 m<sup>2</sup>
- Koefisien C : 0,6

Perhitungan

- Volume hujan efektif =  $0,6 \times 391 \frac{\text{mm}}{\text{bulan}} \times 1.870.00 \text{ m}^2$   
= 439.076 m<sup>3</sup>/bulan
- Selisih volume = 439.076 m<sup>3</sup>/bulan – 44.220 m<sup>3</sup>/bulan  
= 394.856 m<sup>3</sup>/bulan

Hasil perhitungan analisis kualitas air baku setiap bulan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Analisis Kuantitas Air baku

| Bulan     | Tinggi Hujan (mm/bulan) | C   | Volume (m <sup>3</sup> ) | Kebutuhan air (m <sup>3</sup> ) | Sisa (m <sup>3</sup> ) |
|-----------|-------------------------|-----|--------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Januari   | 391                     | 0,6 | 439.076                  | 44.220                          | 394.856                |
| Februari  | 309                     | 0,6 | 346.137                  | 44.220                          | 301.917                |
| Maret     | 387                     | 0,6 | 433.840                  | 44.220                          | 389.620                |
| April     | 183                     | 0,6 | 204.952                  | 44.220                          | 160.732                |
| Mei       | 188                     | 0,6 | 210.936                  | 44.220                          | 166.716                |
| Juni      | 106                     | 0,6 | 118.371                  | 44.220                          | 74.151                 |
| Juli      | 54                      | 0,6 | 60.962                   | 44.220                          | 16.742                 |
| Agustus   | 6                       | 0,6 | 6.470                    | 44.220                          | <b>-37.750</b>         |
| September | 22                      | 0,6 | 24.160                   | 44.220                          | <b>-20.060</b>         |
| Oktober   | 48                      | 0,6 | 53.295                   | 44.220                          | 9.075                  |
| Nopember  | 116                     | 0,6 | 129.591                  | 44.220                          | 85.371                 |
| Desember  | 252                     | 0,6 | 282.744                  | 44.220                          | 238.524                |
| Total     |                         |     | 2.310.535                | 530.639                         | 1.779.895              |

Berdasarkan hasil analisis kuantitas air baku secara menyeluruh kawasan ITS, pada bulan Agustus dan September

terdapat defisit air baku hal ini dikarenakan tinggi hujan pada bulan tersebut kecil, namun pada bulan yang lain terdapat sisa air yang cukup besar dan apa bila di kaji dalam satuan tahun total air tersisa sebesar 1.779.895 m<sup>3</sup>, maka dibutuhkan kolam penampungan air untuk menjaga pasokan air baku. Berikut perhitungan volume penampungan yang dibutuhkan.

$$\begin{aligned}\text{Volume pemapungan} &= 37.750 \text{ m}^3 + 20.060 \text{ m}^3 \\ &= 57.810 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Pemanfaatan kolam penampungan hanya sebesar 50% dari kapasitas kolam penampungan, hal ini dikarenakan kolam penampungan juga dimanfaatkan sebagai area wisata dan penunjang kegiatan mahasiswa Kampus ITS. Pada kondisi eksisting luas kolam penampungan 4.458 m<sup>2</sup> dengan kedalaman 4–5 m yang hanya dapat menampung air sebanyak 17.832 m<sup>3</sup>. Daya tampung tersebut jauh lebih kecil dari kebutuhan, sehingga diperlukan penambahan kolam penampungan air untuk memenuhi kebutuhan air baku.

### **5.3 Analisis Kualitas Air Baku**

Analisa kualitas air baku dilakukan untuk menentukan unit pengolahan yang sesuai dengan karakteristik air baku. Analisis dilakukan pada waktu musim kemarau dan musim penghujan. Pemilihan parameter dalam pengujian air baku didasarkan pada kandungan zat yang banyak terkandung pada air limbah domestik, air baku diambil dari kolam penampungan Kampus ITS yang memiliki influen saluran drainase dari perumahan dosen ITS sehingga dimungkinkan terdapat kandungan limbah domestik dalam air baku. Pemilihan parameter juga didasarkan pada kebutuhan data karakteristik air baku untuk keperluan desain unit pengolahan seperti kebutuhan koagulan, kecepatan pengendapan partikel dan volume lumpur.

Sampel air baku diambil kolam penampungan yang berada di Jln. Teknik Mesin Kampus ITS pada tanggal 20 juni 2016 untuk analisis pada musim penghujan. Sedangkan analisis dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan, ITS. Hasil analisis kualitas air baku dapat dilihat pada Lampiran 3.

Berdasarkan hasil analisis kualitas air baku, air baku Kampus ITS memenuhi standar air baku kelas 2 sehingga diperlukan unit

pengolahan air untuk meningkatkan kualitas air menjadi kualitas air minum (kelas 1). Kualitas air ini sangat dipengaruhi oleh keberadaan kolam penampungan, hal ini dikarenakan terjadinya proses pengendapan pada kolam sehingga kualitas air akan semakin bagus.

Karena keterbatasan waktu dalam analisis, analisis air baku pada musim kemarau tidak dapat dilakukan sehingga diperlukan analisis lebih lanjut tentang kualitas air baku pada musim kemarau.

#### **5.4 Lokasi Perencanaan**

Pada *masterplan* belum ditetapkan lokasi untuk pembangunan unit pengolahan air minum, sehingga lokasi ditetapkan pada daerah yang masih belum terbangun di dalam *masterplan*. Pemilihan ini juga di dasarkan pada lokasi pengambilan air baku dan pipa distribusi eksisting sehingga dapat mengurangi biaya pembangunan.

Lokasi IPA diletakkan di koordinat  $7^{\circ}17'02.05''S$   $112^{\circ}47'51.39''T$  atau Jln. Teknik Mesin, ITS (selatan perumahan dosen blok U) dan lokasi kolam penampungan berada pada koordinat  $7^{\circ}17'08.24''S$   $112^{\circ}47'42.23''T$  yang berjarak 442 m dari lokasi IPA, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Lokasi ini memiliki panjang 41 m dan lebar 47 m dengan luas lahan  $1.927 \text{ m}^2$ . Pada lokasi ini juga akan di rencanakan pembangunan fasilitas pendukung IPAM seperti rumah jaga, gudang dan laboratorium. Kondisi lokasi awal perencanaan pada di lihat pada Gambar 5.1-5.2.



Gambar 5.1 Kondisi Lokasi Tampak dari Arah Selatan



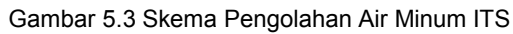
Gambar 5.2 Kondisi Lokasi Tampak dari Arah Utara

### 5.5 Perencanaan Unit IPAM

Perancangan IPAM ITS akan dibagi menjadi 3 tahap pembangunan dengan kapasitas total 17 l/detik, sehingga setiap unit IPAM memiliki kapasitas produksi 5,7 l/detik. Pada tugas akhir ini direncanakan pembangunan IPAM untuk tahap satu. Dalam operasi dan pemeliharaan IPAM memerlukan air bersih maka pada pembangunan tahap satu di rencanakan memiliki kapasitas 6,5 l/detik dengan 0,8 l/detik sebagai angka keamanan dalam produksi air. Dari analisis kualitas air baku yang telah dilakukan maka unit yang digunakan dalam pengolahan air baku ITS sebagai berikut:

- Tahap pertama koagulasi & flokulasi  
Air baku dengan kekeruhan 5,97 NTU dan TSS 42,1 mg/L dapat di turunkan secara efektif dengan koagulasi & flokulasi untuk membentuk flok.
- Tahap ke dua sedimentasi  
Tahap untuk memisahkan partikel flok yang telah terbentuk.
- Tahap ke empat filtrasi  
Tahapan untuk memisahkan partikel yang masih lolos dalam proses pengendapan.
- Tahap ke lima desinfeksi  
Tahapan untuk mematikan mikroorganisme yang masih terkandung dalam air olahan.

Perencanaan ini memanfaatkan kolam penampung sebagai bak prasedimentasi sehingga tidak diperlukan pembangunan unit prasedimentasi. Skema Pengolahan dapat dilihat pada Gambar 5.3. Berdasarkan unit yang telah dipilih dibuat sketsa unit bangunan IPAM Kampus ITS yang dapat dilihat pada Gambar 5.4.



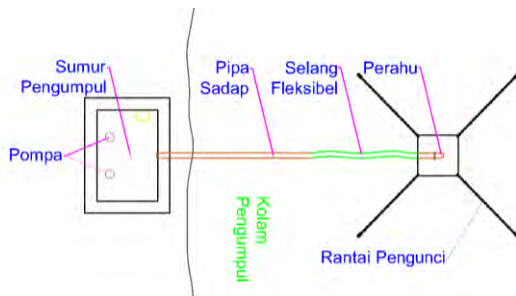
- Viskositas kinematis ( $\nu$ ) =  $0,8975 \times 10^{-6}$  m/detik
- Viskositas absolut ( $\mu$ ) =  $0,8949 \times 10^{-3}$  m/detik
- Kecepatan grafitasi ( $g$ ) =  $9,81$  m/detik<sup>2</sup>
- Masa jenis air ( $\rho$ ) =  $997,07$  kg/m<sup>3</sup>

- Jenis koagulan yang digunakan adalah tawas
- Jenis desinfeksi yang digunakan adalah gas klor
- Air hasil pengolahan memenuhi Permenkes RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010

- Efisiensi lahan dan energi
- Mudah dalam pengoperasian

#### 5.4.1 Perencanaan Unit Intake

Intake yang berfungsi sebagai bangunan penyedap air baku untuk unit pengolahan. Intake pada perencanaan ini akan di bangun di sisi kolam penampungan dengan tipe river intake. Intake direncanakan akan memenuhi kebutuhan total dari rencana penyediaan air minum ITS yaitu sebesar 17 l/detik, hal ini dikarenakan biaya pembangunan intake kapasitas 6,5 l/detik dengan 17 l/detik tidak terlalu besar berbedanya, dan sehingga akan menghemat anggaran biaya dalam pelaksanaan nantinya. Intake ini akan menggunakan pipa fleksibel dan ponton sebagai pendukung sistem penyadapan air baku. Penggunaan pipa fleksibel dan ponton ini bertujuan untuk mengatur elevasi pipa sadap secara otomatis sehingga didapatkan kualitas air yang bagus dan akan mempermudah dalam pengoperasiannya. Sketsa rencana sistem intake dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Sketsa Intake

#### Direncanakan:

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| ▪ Debit (Q)              | : 17 l/detik                       |
| ▪ Pipa sadap             | : 1 unit                           |
| ▪ Kecepatan aliran       | : 1,5 m/detik                      |
| ▪ Elevasi dasar          | : 1 m dari elevasi dasar kolam     |
| ▪ Pompa                  | : <i>Submersible Pump</i>          |
| ▪ Panjang pipa sadap     | : 15 m                             |
| ▪ Panjang pipa transmisi | : 442 m                            |
| ▪ Pipa sadap             | : Besi galvanis dan Pipa fleksibel |
| ▪ Pipa pembawa ke IPA    | : Besi galvanis                    |



Perhitungan:

▪ Pipa Sadap

$$\begin{aligned} \text{▪ } A \text{ pipa} &= 0,017 \text{ m}^3/\text{detik} / 1,25 \text{ m/s} \\ &= 0,0136 \text{ m}^2 \\ \text{▪ } D \text{ pipa} &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0136 \text{ m}^2}{3,14}} \\ &= 0,132 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 125 mm (5 inch)

$$\begin{aligned} \text{▪ } V \text{ cek} &= 0,017 \text{ m}^3/\text{detik} / \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,125 \text{ m}^2\right) \\ &= 1,39 \text{ m/detik (Memenuhi)} \\ \text{▪ } H_f &= \frac{L}{(0,00155 \times C \times D^{2,63})^{1,85}} \times Q^{1,85} \quad (\text{Persamaan 3.8}) \\ &= \frac{15 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 12,5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 17 \text{ l/detik}^{1,85} \\ &= 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

▪ Pipa Pembawa dan Pipa Pembagi

Dimensi pipa pembawa sama dengan dimensi pipa hisap yaitu 125 mm dengan panjang pipa 442 m. Tahap satu hanya untuk memenuhi kebutuhan 6,5 l/detik. Berikut perhitungan *headloss* pipa pembawa.

$$\begin{aligned} \text{▪ } H_f &= \frac{442 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 12,5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 6,5 \text{ l/detik}^{1,85} \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Pipa pembagi berfungsi untuk menyalurkan air dari pipa pembawa ke unit koagulasi dengan panjang 16 m. Pada pipa pembagi terdapat gate valve yang berfungsi sebagai pengatur debit air ke pada 3 unit IPA. Berikut perhitungan pipa pembagi.

$$\begin{aligned} \text{▪ } A \text{ pipa} &= 0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} / 1,25 \text{ m/s} \\ &= 0,0136 \text{ m}^2 \\ \text{▪ } D \text{ pipa} &= \sqrt{\frac{4 \times 0,0136 \text{ m}^2}{3,14}} \\ &= 0,132 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 125 mm (5 inch)

$$\begin{aligned} \text{▪ } V \text{ cek} &= 0,017 \text{ m}^3/\text{detik} / \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,125 \text{ m}^2\right) \\ &= 1,39 \text{ m/detik (Memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hf} &= \frac{14 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 7,5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 6,5 \text{ l/detik}^{1,85} \\ &= 0,16 \text{ m} \end{aligned}$$

- Pompa Intake  
Pompa intake digunakan 2 unit pompa yang bekerja secara bergantian. Pada tahap perencanaan ini pompa intake hanya untuk memenuhi kebutuhan 1 unit IPA dengan debit 6,5 l/detik, sehingga pompa yang di gunakan berkapasitas 6,5 l/detik.

$$\begin{aligned} \text{Head pompa} &= \text{Hf} + \text{H intake} + \text{H IPA} + \text{Sisa tekan} \\ &= 1,66 \text{ m} + 5 \text{ m} + 3,4 \text{ m} + 3 \text{ m} \\ &= 13,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi pompa, didapatkan dimensi pompa intake yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan dapat dihitung kebutuhan daya dan sebagai berikut:

Direncanakan:

- Panjang : 19,25 cm
- Lebar : 14,69 cm
- Tinggi : 38,96 cm
- *Head* pompa : 13 m
- Debit pompa : 6,5 l/detik
- Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) : 70%
- Efisiensi transmisi ( $\eta_{trans}$ ) : 85%
- Faktor cadangan ( $\alpha$ ) : 0,15

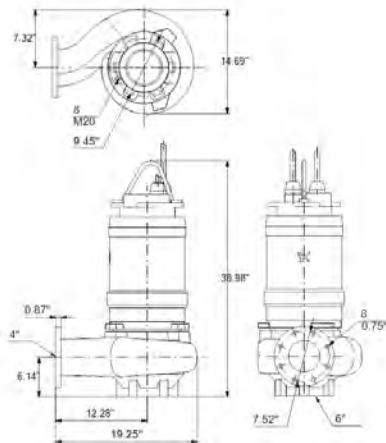
Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{HHP} &= \frac{Q \times \gamma \times H_p}{75} \quad (\text{Persamaan 3.11}) \\ &= \frac{0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} \times 997,07 \text{ kg/m}^3 \times 13,6 \text{ m}}{75} \end{aligned}$$

$$= 1,123 \text{ Hp}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{HHP} / \eta_p \quad (\text{Persamaan 3.12}) \\ &= 1,123 \text{ Hp} / 70\% \\ &= 1,605 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nd} &= \frac{\text{BHP}(1+\alpha)}{\eta_{trans}} \quad (\text{Persamaan 3.13}) \\ &= \frac{1,605 \text{ Hp}(1+0,15)}{85\%} \\ &= 2,171 \text{ Hp} \\ &= 1,61 \text{ Kwh} \end{aligned}$$



Gambar 5.6 Dimensi Pompa Intake

- Sumur Pengumpul  
Sumur pengumpul didesain untuk meletakkan pompa intake sehingga tidak diperlukan kriteria desain, hal ini bisa diterapkan apa bila pipa sadap telah direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air maksimum. Sumur pengumpul juga didesain agar mempermudah operasional sehingga tidak terlalu sempit untuk dilakukan pemeliharaan pompa. Dalam perencanaan ini sumur pengumpul didesain untuk mencukupi 3 unit IPA dalam pengembangannya.

Direncanakan:

- Jarak antar pompa : 75 cm
- Jumlah pompa : 2 unit
- Jarak pompa ke dinding : 50 cm
- Kedalaman sungai : 4 m

Perhitungan:

- Panjang SP =  $(19,25\text{ cm} \times 2) + 75\text{ cm} + (50\text{ cm} \times 2)$   
= 213,5 cm  $\approx 2,25\text{ m}$
- Lebar SP =  $14,69\text{ cm} + (50\text{ cm} \times 2)$   
= 114,69 cm
- Kedalaman = 4 m + 1m  
= 5 m

Lebar sumur pengumpul direncanakan 1,5 m untuk mempermudah dalam pembangunan maupun operasional. Maka dimensi sumur pengumpul:

Panjang = 2,25 m

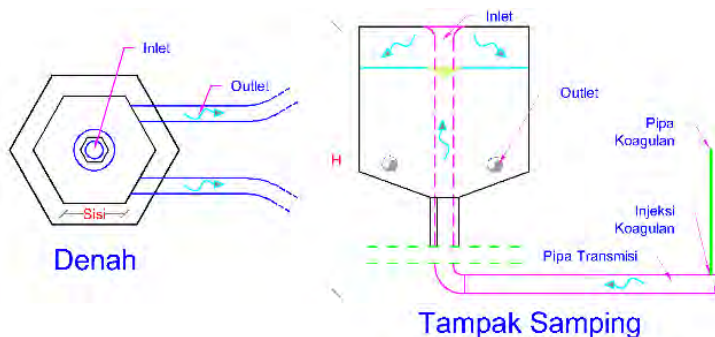
Lebar = 1,5 m

Kedalaman = 5 m

Gambar detail *engineering design* unit intake dapat dilihat pada Lampiran 4. Lembar 1.

#### 5.4.2 Perencanaan Unit Koagulasi

Koagulasi berfungsi sebagai pengaduk koagulan secara merata dan pembentuk inti flok. Unit koagulasi direncanakan dengan sistem koagulasi hidrolik yang berupa koagulasi dalam pipa. Koagulasi dalam pipa memanfaatkan head pompa sehingga tidak di perlukan jatuhkan yang terlalu tinggi dan lebih efektif dalam koagulasi. Sketsa rencana sistem koagulasi padat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Sketsa Unit Koagulasi

#### Direncanakan:

- Q : 6,5 l/detik
- Jumlah unit : 1 unit
- Waktu detensi (td) : 20 detik
- Gradien kecepatan : min 1.000 detik<sup>-1</sup>
- Diameter pipa : diameter pipa intake = 100 mm
- Tinggi pipa tegak : 4 m
- Headloss pipa : 0,1 m
- Panjang pipa injeksi: 8 m

Perhitungan:

- Volume (Vol)  $= Q \times t_d$   
 $= 0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} \times 20 \text{ detik}$   
 $= 0,13 \text{ m}^3$
- Volume pipa injeksi  $= 0,25 \times 3,14 \times D^2 \times L$   
 $= 0,25 \times 3,14 \times 0,10^2 \times 8 \text{ m}$   
 $= 0,063 \text{ m}^3$
- Td pipa injeksi  $= Q/A$   
 $= 0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,063 \text{ m}^3$   
 $= 3,7 \text{ detik}$
- G koagulasi pipa  $= \sqrt{\frac{g \times h}{v \times t_d}} \quad (\text{Persamaan 3.15})$   
 $= \sqrt{\frac{9,81 \text{ m/detik}^2 \times 4,1 \text{ m}}{0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 3,7 \text{ detik}}}$   
 $= 3.470/\text{detik}$
- Nilai G.Td  $= G \times t_d$   
 $= 3.470/\text{detik} \times 3,7 \text{ detik}$   
 $= 12.842$

Nilai gradien kecepatan (G) memenuhi dari kriteria G dan G.Td minimum namun Td belum memenuhi kriteria desain. Untuk keamanan ditambahkan jatuhkan dan bak penampung untuk memenuhi Td dengan bentuk bak segi enam. Penambahan bak penampung ini juga berfungsi sebagai pembagi aliran ke 2 unit flokulasi. Bak penampung dengan inlet berupa pipa yang berada di tengah bak dan outlet berada di sisi bawah bak yang akan dibagi menjadi 2 unit. Pemilihan bentuk segi enam bertujuan menambah estetika unit IPA yang di rencanakan.

- Rencana (h)  $= 0,5 \text{ m}$
- G  $= 300/dtk$
- Volume bak  $= \text{Vol} - \text{Vol pipa}$   
 $= 0,13 \text{ m}^3 - 0,019 \text{ m}^3$   
 $= 0,111 \text{ m}^3$
- Panjang sisi (S)  $= \sqrt{\frac{2}{3} \frac{V}{\sqrt{3} \cdot H}} \quad (\text{Persamaan Luas segi enam})$   
 $= \sqrt{\frac{2 \cdot 0,111 \text{ m}^3}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,5 \text{ m}}}$   
 $= 0,3 \text{ m}$

Dari substitusi Persamaan 3.15 maka dapat dihitung tinggi jatuhnya pada bak penampung

- Tinggi jatuhkan 
$$= \frac{G^2 \times v \times t_d}{g}$$
$$= \frac{300/\text{detik}^2 \times 0,8975 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times (20-3) \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2}$$
$$= 0,16 \text{ m} \qquad \approx 0,15 \text{ m}$$
- Dimensi bak terjunan
  - Panjang sisi (S) = 0,3 m
  - Kedalaman (h) = 0,5 + 0,2 = 0,7 m

Gambar detail *engineering design* unit koagulasi dapat dilihat pada Lampiran 4 Lembar 2, 3, 4, 7, 8 dan 9.

### Bak Penampungan Koagulan

Bak penampungan koagulan direncanakan berjumlah 2 unit dengan dimensi 1x1x1m, satu bak sebagai bak pembubuh dan satu bak sebagai bak penyedu. Bak penampungan ini juga dilengkapi mixer pengaduk untuk mempermudah dalam proses pembuatan larutan koagulan. Sistem injeksi koagulan menggunakan pompa dosing yang berjumlah 1 unit dan 1 unit sebagai cadangan.

Direncanakan:

- Kadar tawas bongkahan = 60%
- Kadar pembubuhan = 5 mg/L
- Kadar tawas pada larutan = 5%
- Densitas tawas = 1,096 kg/L

#### Perhitungan:

- Kebutuhan tawas 
$$= Q \times \text{Kadar pembubuhan}$$
$$= 6,5 \text{ l/detik} \times 5 \text{ mg/L}$$
$$= 2,8 \text{ kg/hari}$$
- Kebutuhan tawas 60% 
$$= 2,8 \text{ kg/hari} / 60\%$$
$$= 4,7 \text{ kg/hari}$$
- Volume tawas 
$$= \text{Kebutuhan tawas} / \rho \text{ tawas}$$
$$= 4,7 \text{ kg/hari} / 1,096 \text{ kg/l}$$
$$= 4,3 \text{ l/hari}$$
- Volume air pelarut 
$$= \frac{95\%}{5\%} \times 4,7 \text{ kg/hari}$$
$$= 89,3 \text{ l/hari}$$
- Volume larutan 
$$= V. \text{tawas} + V. \text{air pelarut}$$

- Debit pembubuhan
  - = 4,3 l/hari + 89,3 l/hari
  - = 93,6 l/hari
  - = 93,6 l/hari / 24 jam
  - = 3,9 l/jam
- Kapasitas bak
  - =  $V. bak / V. larutan$
  - =  $1 m^3 / 93,6 l/hari$
  - = 10,6 hari

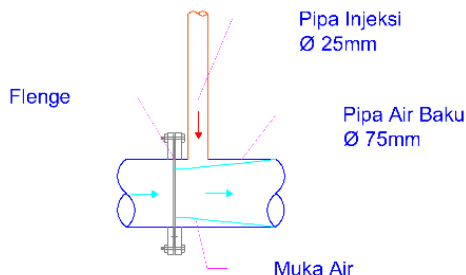
Koagulan akan di injeksikan dalam pipa air baku dengan menggunakan pipa pembawa koagulan. Sketsa rencana injeksi koagulan dapat dilihat pada Gambar 5.8.

Direncanakan:

- Diameter pipa = 12,5mm
- Panjang pipa = 10 m
- Jenis pipa = PVC

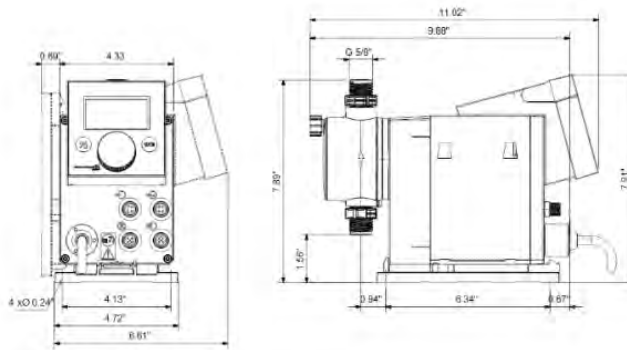
Perhitungan:

- $H_f = \frac{10 m}{(0,00155 \times 120 \times 1,25 cm^{2,63})^{1,85}} \times 0,0066 l/detik^{1,85}$   
 = 0,01 m



Gambar 5.8 Sketsa Pipa Injeksi Koagulan

Injeksi koagulan ini memanfaatkan ruang kosong akibat perubahan dimensi pada pipa sehingga tekanan di titik tersebut relatif kecil, namun untuk keamanan sistem pengolahan air head pompa dosing direncanakan lebih tinggi dari head pompa intake, hal ini karena untuk menghindari gagalnya injeksi koagulan akibat pompa tidak mampu menahan tekanan dari air baku. Dari kebutuhan debit dan head system injeksi koagulan di dapatkan pompa yang sesuai spesifikasi yang di perlukan. Detail pompa dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Dosing Pump

Direncanakan:

- Panjang : 27,5 cm
- Lebar : 10 cm
- Tinggi : 20 cm
- *Head max* pompa : 58 Psi
- Debit max pompa : 3,9 l/jam
- Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) : 70%
- Efisiensi transmisi ( $\eta_{trans}$ ) : 85%
- Faktor cadangan ( $\alpha$ ) : 0,15

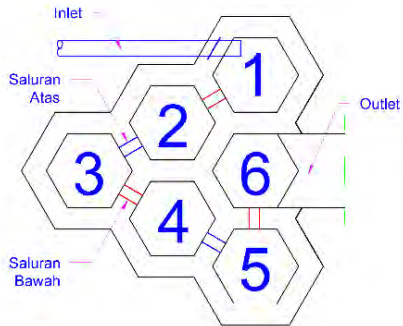
Perhitungan:

- HHP =  $\frac{6,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{dt} \times 997 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 15 \text{ m}}{75} = 0,00132 \text{ Hp}$
- BHP =  $\frac{0,00132 \text{ Hp}}{70\%} = 0,00188 \text{ Hp}$
- Nd =  $\frac{0,00188 \text{ Hp}(1+0,15)}{85\%} = 0,00254 \text{ Hp} = 0,0019 \text{ Kwh}$

### 5.4.3 Perencanaan Unit Flokulasi

Flokulasi berfungsi untuk memperbesar inti flok yang telah terbentuk ada unit koagulasi. Flokulasi direncanakan dengan sistem hidrolik dengan memanfaatkan beda elevasi pada unit yang akan didesain. Pemilihan sistem hidrolik didasarkan pada mudahnya dalam operasional dan tidak memerlukan energi tambahan. Bentuk unit flokulasi direncanakan berbentuk segieman sejumlah 2 unit dengan 6 kompartemen setiap unit. Sketsa sistem flokulasi dapat di lihat pada Gambar 5.10.





Gambar 5.10 Sketsa Unit Koagulasi

### A. Dimensi Inlet

Saluran inlet flokulasi direncanakan menggunakan pipa besi galvanis dengan spesifikasi:

- Panjang (L) : 0,85 m
- Koefisien kekasaran (C) : 120
- Debit (Q) : 3,25 m<sup>3</sup>/detik
- Kecepatan aliran : 1,25 m/detik

Cek *headloss* pada pipa *inlet*

- A pipa =  $0,00325 \text{ m}^3/\text{detik} / 1,25 \text{ m/detik}$   
=  $0,0026 \text{ m}^2$

- D pipa =  $\sqrt{\frac{4 \times 0,0026 \text{ m}^2}{3,14}}$   
= 0,058 m

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 50 mm (2 inch)

- V cek =  $0,00325 \text{ m}^3/\text{detik} / (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,05 \text{ m}^2)$   
= 1,7 m/detik (Memenuhi)

- $H_f = \frac{0,85 \text{ m}}{(0,00155 \times 110 \times 5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} 3,25 \text{ l/detik}^{1,85}$   
= 0,008 m

### B. Dimensi Unit Flokulasi

Direncanakan:

- Kedalaman air (h) : 2,5 m
- Jumlah flokulator : 2 unit
- Koefisien belokan (K) : 0,8
- Td total : 480 detik (dari uji lab 300 detik)

- Kompartemen : 6 buah
- Flokulator berbentuk persegi enam
  - G Kompartemen I : 75 detik<sup>-1</sup>
  - G Kompartemen II : 60 detik<sup>-1</sup>
  - G Kompartemen III : 40 detik<sup>-1</sup>
  - G Kompartemen IV : 30 detik<sup>-1</sup>
  - G Kompartemen V : 20 detik<sup>-1</sup>
  - G Kompartemen VI : 10 detik<sup>-1</sup>

Perhitungan:

- Q per bangunan =  $Q/\text{jumlah unit}$   
 $= 0,065 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} / 2 \text{ unit}$   
 $= 0,00325 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$
- Volume total bak =  $Q \times t_d \text{ total}$   
 $= 0,00325 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times 480 \text{ detik}$   
 $= 1,95 \text{ m}^3$
- Vol kompartemen =  $1,95 \text{ m}^3 / 6 \text{ unit}$   
 $= 0,325 \text{ m}^3$
- Panjang sisi (S) =  $\sqrt{\frac{2}{3} \frac{V}{\sqrt{3} \cdot H}}$  (Persamaan luas segienam)  
 $= \sqrt{\frac{2}{3} \frac{0,325 \text{ m}^3}{\sqrt{3} \times 2,5 \text{ m}}}$   
 $= 0,2 \text{ m}$
- Td tiap bak =  $480 \text{ detik} / 6 \text{ unit}$   
 $= 80,74 \text{ detik}$
- Luas penampang =  $\frac{3}{2} S^2 \sqrt{3}$   
 $= \frac{3}{2} 0,2^2 \sqrt{3} = 0,1 \text{ m}^2$
- Kecepatan aliran =  $0,00325 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} / 0,1 \text{ m}^2 = 0,031 \frac{\text{m}}{\text{detik}}$

Dari substitusi persamaan 3.16 maka dapat di hitung *headloss* yang di perlukan untuk memenuhi gradien kecepatan yang telah di rencanakan:

- *Headloss* yang diperlukan untuk memenuhi G rencana

$$H_f = \frac{G^2 \times v \times t_d}{g} \quad (\text{Persamaan 3.16})$$

$$G1 = 75/\text{detik} \quad H_f = \frac{(75/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m}/\text{detik}^2}$$

$$= 0,041 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
G2 &= 60/\text{detik} & H_f &= \frac{(60/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2} \\
& & &= 0,026 \text{ m} \\
G3 &= 40/\text{detik} & H_f &= \frac{(40/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2} \\
& & &= 0,012 \text{ m} \\
G4 &= 30/\text{detik} & H_f &= \frac{(30/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2} \\
& & &= 0,007 \text{ m} \\
G5 &= 20/\text{detik} & H_f &= \frac{(20/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2} \\
& & &= 0,003 \text{ m} \\
G6 &= 10/\text{detik} & H_f &= \frac{(10/\text{detik})^2 \times 0,8039 \times 10^{-6} \text{ m/detik} \times 80,74 \text{ detik}}{9,81 \text{ m/detik}^2} \\
& & &= 0,001 \text{ m}
\end{aligned}$$

Direncanakan saluran penghubung antar kompartemen berbentuk persegi perencanaan dimensi berbeda tiap kompartemen yang mengacu pada *headloss* tiap kompartemen, dengan substitusi persamaan 3.7 dan persamaan luas persegi maka dapat di hitung dimensi saluran penghubung:

$$\begin{aligned}
H_f &= K \frac{V^2}{2 \cdot g} & (\text{Persamaan 3.9}) \\
V &= Q/A & (\text{Persamaan luas penampang}) \\
S &= \sqrt{A} & (\text{Persamaan luas persegi})
\end{aligned}$$

$$\text{Panjang sisi (S)} = \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{\frac{H_f \times 2g}{K}}}}$$

Nilai K yang di gunakan adalah K untuk perubahan dimensi saluran (K=1) dan K untuk belokan 90° (K=0,16)

$$\text{Saluran 1 ke 2} = \sqrt{\frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\frac{0,041 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Saluran 2 ke 3} = \sqrt{\frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\frac{0,026 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Saluran 3 ke 4} = \sqrt{\frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\frac{0,012 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m/detik}}{1+0,16+0,16}}} = 0,17 \text{ m}$$

$$\text{Saluran 4 ke 5} = \sqrt{\frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\sqrt{\frac{0,007 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}}{1+0,16+0,16}}}} = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Saluran 5 ke 6} = \sqrt{\frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\sqrt{\frac{0,003 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m}/\text{detik}}{1+0,16+0,16}}}} = 0,25 \text{ m}$$

### C. Dimensi *Outlet*

*Outlet* flokulasi merupakan saluran penghubung kompartemen 6 ke sedimentasi dengan panjang sisi 0,155 m, pada perencanaan ini *outlet* direncanakan berbentuk saluran terbuka dan kecepatan aliran dijaga minimal sama tau lebih kecil dari kecepatan aliran dalam bangunan flokulasi yaitu 0,031 m/detik, hal ini bertujuan agar flok yang terbentuk tidak pecah.

Direncanakan:

- Lebar *outlet* : 0,35 m (lebar kompartemen flokulasi)
- Kedalaman air : 0,30 m

Cek kecepatan aliran

- Luas penampang = 0,35 m x 0,30 m = 0,105 m<sup>2</sup>
- Kecepatan = 0,00325 m<sup>3</sup>/detik/0,07 m<sup>2</sup>  
= 0,031 m/detik (Memenuhi)

Gambar detail *engineering design* flokulasi dapat dilihat pada Lampiran 4 Lembar 2, 3, 4, 7, 8 dan 9.

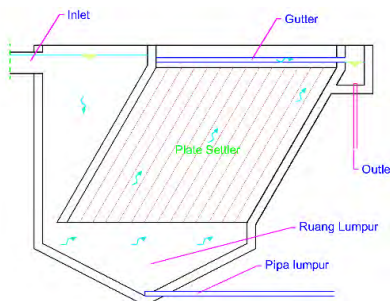
#### 5.4.4 Perencanaan Unit Sedimentasi

Sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan partikel flok yang telah terbentuk pada proses koagulasi dan flokulasi. Sketsa desain unit sedimentasi dapat dilihat pada Gambar 5.11. Sedimentasi didesain menggunakan plate settler dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Jarak plate settler (w) : 7,5 cm
- Tinggi plate settler (h) : 1,73 m
- Tebal plate settler : 1 mm
- Sudut plate settler (θ) : 60°

Plate settler berfungsi untuk memperluas zona pengendapan dan memperpendek jarak pengendapan sehingga proses pengendapan efektif terjadi di plate settler. Aliran di sedimentasi ini merupakan aliran *downflow* yang terjadi pada zona inlet dan *upflow* yang terjadi di *plate settler*. Menggunakan *imhoff cone* pada uji lab didapatkan:

- Kecepatan pengendapan ( $V_s$ ) = 1,2 cm/menit  
= 0,0002 m/detik
- Volume lumpur = 4 ml/L



Gambar 5.11 Sketsa Desain Sedimentasi

#### A. Perhitungan Plate Settler

##### Direncanakan :

- $Q$  : 0,0065 m<sup>3</sup>
- Jumlah unit : 2 unit
- $Q$  tiap unit : 0,0065 m<sup>3</sup>/detik / 2 unit  
: 0,00325 m<sup>3</sup>/detik
- Lebar : Menyesuaikan lebar total flokulasi
- $N_{fr}$  :  $> 10^{-5}$  (tidak terjadi aliran pendek)
- $N_{re}$  :  $< 2000$  ( tidak terjadi aliran turbulen)
- Platte ke ruang lumpur: 40 cm
- Platte ke gutter : 15 cm

##### Perhitungan :

- Luas (A) 
$$= \frac{Q}{V_s} \times \frac{w}{h \cos \alpha + w \cos^2 \alpha} \quad (\text{Persamaan 3.22})$$
$$= \frac{0,00325 \text{ m}^3}{0,0017 \text{ m/detik}} \times \frac{0,075 \text{ m}}{1,73 \text{ m} \cos 60 + 0,075 \text{ m} \cos^2 60}$$
$$= 1,91 \text{ m}^2$$
- Kecepatan horizontal ( $V_h$ ) 
$$= \frac{Q}{A \sin \alpha} \quad (\text{Persamaan 3.23})$$
$$= \frac{0,00325 \text{ m}^3/\text{s}}{1,91 \text{ m}^2 \sin 60}$$
$$= 0,0019 \text{ m/detik}$$
- Lebar flokulasi = 1,4 m (lebar total flokulasi)
- Panjang = 1,96 m<sup>2</sup>/1,4 m  
= 1,4 m

- Lebar lubang *platte* =  $W / \sin \alpha$   
 $= 0,075 \text{ m} / \sin 60^\circ$   
 $= 0,087 \text{ m}$
- Jumlah *platte* (n) = panjang bak / lebar total per plate  
 $= 1,4 \text{ m} / 0,087 \text{ m}$   
 $= 16 \text{ buah}$
- Panjang akibat sudut *platte* =  $1,73 / \tan 60^\circ$   
 $= 1 \text{ m}$

Panjang akibat sudut *platte* akan di manfaatkan sebagai ruang penenang aliran dan sebagai inlet bak sedimentasi untuk menambah efisiensi pengendapan di sedimentasi, dalam memanfaatkan zona tersebut panjang bak sedimentasi ditambah 30 cm sebagai celah antara dinding flokulasi dan *platte settler*. Pada zona ini arah aliran berupa *downflow* menuju ruang lumpur bak sedimentasi. Kontrol kecepatan aliran dilakukan untuk menjaga flok yang telah terbentuk agar tidak pecah, maka kecepatan aliran lebih kecil dari pada kecepatan aliran di ruang flokulasi yaitu sebesar 0,031 m/detik.

Cek kecepatan aliran pada zona inlet

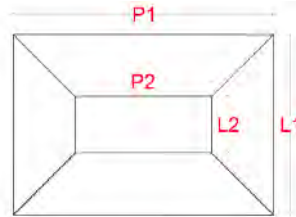
- Panjang zona inlet = lebar bak = 1,4 m
- Lebar zona inlet = 30 cm = 0,3 m
- Luas zona inlet =  $1,4 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$   
 $= 0,42 \text{ m}^2$
- Kecepatan aliran =  $Q / A$   
 $= 0,00325 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,42 \text{ m}^2$   
 $= 0,0077 \text{ m}/\text{detik}$  (memenuhi)

Cek Nre dan Nfr pada *plate settler* :

- jari – jari hidrolik (R) =  $w/2$   
 $= 0,075 \text{ m}/2$   
 $= 0,0375 \text{ m}$
- Nre =  $\frac{v_h \times R}{\nu}$  (Persamaan 3.18)  
 $= \frac{0,0019 \times 0,0375}{0,8039 \times 10^{-6}}$   
 $= 78 < 2000$  (Memenuhi)
- Nfr =  $\frac{v_h^2}{g \times R}$  (Persamaan 3.19)  
 $= \frac{0,0019^2}{9,81 \times 0,0019}$   
 $= 1,05 \cdot 10^{-5} > 10^{-5}$  (Memenuhi)

## B. Perhitungan Ruang lumpur

Ruang lumpur direncanakan berbentuk limas terpancung yang dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Sketsa Ruang Lumpur Sedimentasi

### Direncanakan

- Panjang permukaan zona lumpur (P1) : 1,85 m
- Lebar permukaan zona lumpur (L1) : 1,4 m
- Panjang dasar zona lumpur (P2) : 0,5 m
- Lebar dasar zona lumpur (L2) : 0,5 m
- Kedalaman (H) : 0,4 m

### Perhitungan

- Volume lumpur = Kandungan lumpur x Q  
= 4 ml/L x 3,25 l/detik  
= 0,000013 m<sup>3</sup>/detik
- Luas (A1) = P1 x L1  
= 1,85 m x 1,4 m = 2,95 m<sup>2</sup>
- Luas (A2) = P2 x L2  
= 0,5 m x 0,5 m = 0,25 m<sup>2</sup>
- Vol. ruang lumpur =  $\frac{H}{3}(A1 + A2 + \sqrt{A1 + A2})$   
=  $\frac{H}{3}(2,95 + 0,25 + \sqrt{2,95 + 0,25})$   
= 0,68 m<sup>3</sup>
- Lama pengurasan = Volume/Q  
= 0,68 m<sup>3</sup>/0,000013 m<sup>3</sup>/detik  
= 14,5 jam (Memenuhi 12-24 jam)

## C. Perhitungan Gutter

### Direncanakan :

- Weir Loading Rate (WLR) : 1,44 l/m.detik
- Debit (Q) : 3,25 l/detik
- yu gutter : 5 cm

- Panjang *gutter* : panjang zona plate = 1,4 m
- 1 *gutter* : 2 *weir*
- Gutter terbuat dari plat *sterlis steel*

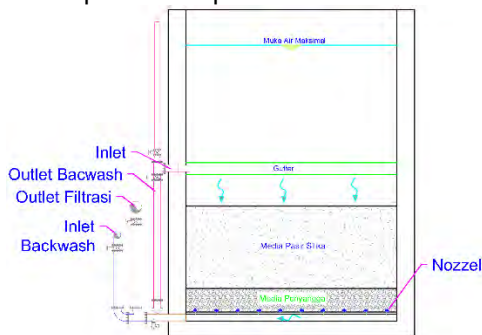
#### Perhitungan :

- Panjang total weir =  $Q / WLR$  (Persamaan 3.6)  
=  $3,25 \text{ l/detik} / 1,44 \text{ l/m. detik}$  = 2,3 m
- Kebutuhan *gutter* =  $(2,3 \text{ m} / 1,4 \text{ m}) / 2 \text{ weir}$   
= 0,8 buah  $\approx 1 \text{ buah gutter}$
- $y_c$  =  $y_u / 1,73$  (Persamaan 3.7)  
=  $0,05 \text{ m} / 1,73$  = 0,028 m
- Lebar *gutter* (l) =  $\frac{Q}{\sqrt{y_c^2 \times g}}$   
=  $\frac{0,0325 \text{ m}^3/\text{detik}}{\sqrt{0,028^2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}}$   
= 0,04 m
- Kedalaman total =  $y_u + \text{freeboard}$   
= 5 cm + 2 cm = 7 cm

Gambar detail *engineering design* unit sedimentasi dapat dilihat pada Lampiran 4 Gambar 2, 3, 5, 7, 8 dan 9.

#### 5.4.5 Perencanaan Unit Filter

Filter yang digunakan adalah tipe *rapid sand filter* dengan pertimbangan rapid sand filter tidak memerlukan lahan yang luas namun membutuhkan *backwash* dalam pengoperasiannya. Filter ini di rencanakan menggunakan single media dengan media pasir silika. Pemilihan media pasir silika didasarkan pada kemudahan dalam mencari bahan media pasir silika. Spesifikasi media filter. Sketsa unit filter dapat di lihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Sketsa Desain Filter



### Direncanakan

- Debit (Q) :  $0,0065 \text{ m}^3/\text{detik}$
- V filtrasi :  $5 \text{ m}^3/\text{jam.m}^2$
- Media filter dengan media pasir silika
  - Tebal media : 70 cm
  - Porositas ( $\epsilon$ ) : 0,41
  - Faktor bentuk ( $\Psi$ ) : 0,75
  - *Specific gravity* :  $2,65 \text{ kg/m}^3$
  - Distribusi media pasir silika dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Distribusi Media Pasir Silika

| Diameter (cm) (d) | Fraksi Berat (x) |
|-------------------|------------------|
| 0,069             | 30%              |
| 0,098             | 50%              |
| 0,130             | 20%              |

- Media penyangga
  - Tebal media : 20 cm
  - Porositas ( $\epsilon$ ) : 0,53
  - Faktor bentuk ( $\Psi$ ) : 0,8
  - *Specific gravity* :  $2,65 \text{ kg/m}^3$
  - Distribusi media penyangga dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Distribusi Media Penyangga

| Diameter (cm) | Fraksi Berat (x) |
|---------------|------------------|
| 0,4           | 100%             |

- *Underdrain* berupa nozzle
  - Slot nozzle : 1 mm
  - Jumlah slot : 40 slot
  - Tinggi slot : 15 mm
- Lebar total unit filter = lebar total unit sedimentasi

### A. Perencanaan Dimensi Unit Filter

- Jumlah bak filter ( N )
$$= 12 Q^{0,5}$$
$$= 12 (0,065)^{0,5}$$
$$= 3,1 \text{ unit} \approx 3 \text{ unit}$$

- Ukuran setiap unit:

- Luas per bak (A)  $= \frac{Q}{V_{\text{filtrasi}}}$ 
$$= \frac{0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} / 3 \text{ unit}}{5 \text{ m}^3/\text{jam.m}^2} = 1,56 \text{ m}^2$$

Direncanakan lebar 3 filter sama dengan panjang 2 sedimentasi maka:

- Lebar (l) = 0,9 m
- Panjang (p) =  $1,56 \text{ m}^2 / 0,9 \text{ m}$   
= 1,73 m  $\approx 1,8 \text{ m}$
- Debit tiap bak bila 1 bak di cuci:
  - Debit perbak (Qb) =  $\frac{Q_{\text{total}}}{\text{jumlah unit}}$   
=  $0,0065 \text{ m}^3/\text{detik}/2 \text{ unit}$   
=  $0,0325 \text{ m}^3/\text{detik}$
  - V filtrasi =  $Qb/A$  (Persamaan 3.24)  
=  $\frac{0,0325 \text{ m}^3/\text{detik}}{1,56 \text{ m}^2}$   
= 7,22 m/detik (Memenuhi)

#### B. Perhitungan *Headloss* Media

- Media pasir silika
  - Nre  $_{0,069 \text{ cm}}$  =  $\frac{\Psi \cdot d \cdot V_f}{\nu}$  (Persamaan 3.26)  
=  $\frac{0,75 \times 0,00069 \text{ m} \times 5 \text{ m/detik}}{0,8975 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{detik}}$  = 0,77
  - Cd  $_{0,069 \text{ cm}}$  =  $\frac{24}{N_{Re}}$  (Persamaan 3.27)  
=  $\frac{24}{0,77}$  = 31,12

Dari perhitungan didapatkan nilai Nre dan Cd tiap diameter media yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Nilai Nre dan Cd Media Pasir Silika

| Diameter (cm) (d) | Fraksi Berat (X) | Nre  | Cd    | Cd.X/d |
|-------------------|------------------|------|-------|--------|
| 0,069             | 30%              | 0,77 | 31,12 | 135,3  |
| 0,098             | 50%              | 1,10 | 25,12 | 128,2  |
| 0,130             | 20%              | 1,45 | 19,35 | 29,8   |
| Total             |                  |      |       | 293,2  |

- *Headloss* =  $1,067 \frac{L \cdot V_f^2}{\Psi \cdot \epsilon^4 \cdot g} \sum \frac{C_{D \cdot X}}{d}$  (Persamaan 3.25)  
=  $1,067 \frac{0,7 \text{ m} \times 5 \text{ m/detik}^2}{0,75 \times 0,41^4 \times 9,81 \text{ m/detik}}$  293,2  
= 18,8 cm
- Media penyangga
  - Nre  $_{0,13 \text{ cm}}$  =  $\frac{0,75 \times 0,0004 \text{ m} \times 5 \text{ m/s}}{0,8975 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$  = 4,47
  - Cd  $_{0,13 \text{ cm}}$  =  $\frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{\sqrt{N_{Re}}} + 0,34$   
=  $\frac{24}{4,47} + \frac{3}{\sqrt{4,47}} + 0,34$  = 7,13

- $C_d \cdot X/d = 7,13 \times 100\% / 0,4 \text{ cm}$   
 $= 17,8$
- Headloss  $= 1,067 \frac{0,2 \text{ m} \times 5 \text{ m/detik}^2}{0,8 \times 0,53^4 \times 9,81 \text{ m/detik}} 17,8$   
 $= 0,1 \text{ cm}$

Headloss media yang terjadi adalah  $= 18,8 + 0,1 = 18,9 \text{ cm}$

### C. Perhitungan Ekspansi Media

Ekspansi media sangat tergantung dengan porositas awal media kecepatan *backwash*. Kecepatan backwash tergantung pada diameter media penyangga sehingga pada saat backwash media penyangga tidak ikut ter ekspansi. Berikut perhitungan ekspansi media:

Kecepatan Backwash:

$$\begin{aligned}
 \text{▪ } V_s \text{ media penyangga} &= \sqrt{\frac{4g (S_g - 1) d}{3C_D}} \quad (\text{Persamaan 3.30}) \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/s}^2 (2,65 - 1) \text{ cm}^3 / \text{g} \times 0,4 \text{ cm}}{3 \times 17,8}} \\
 &= 0,11 \text{ m/detik} \\
 \text{▪ } V_b &= V_s \cdot \epsilon^{4,5} \quad (\text{Persamaan 3.32}) \\
 &= 0,11 \text{ m/detik} \cdot 0,4^{4,5} \\
 &= 0,00199 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

### Ekspansi Media Pasir Silika

$$\begin{aligned}
 \text{▪ } V_s \text{ } 0,069 \text{ cm} &= \sqrt{\frac{4g (S_g - 1) d}{3C_D}} \quad (\text{Persamaan 3.30}) \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 9,81 \text{ m/s}^2 (2,65 - 1) \text{ cm}^3 / \text{g} \times 0,069 \text{ cm}}{3 \times 31,12}} \\
 &= 0,022 \text{ m/detik} \\
 \text{▪ } \epsilon_e &= \left[ \frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22} \quad (\text{Persamaan 3.31}) \\
 &= \left[ \frac{0,00184 \text{ m/detik}}{0,022 \text{ m/detik}} \right]^{0,22} = 0,59
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan nilai  $V_s$  dan  $E_e$  tiap diameter media yang dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Nilai  $V_s$  dan  $E_e$  Media Pasir Silika

| Diameter (cm) (d) | Fraksi Berat (X) | $V_s$ | $E_e$ | $X/(1-E_e)$ |
|-------------------|------------------|-------|-------|-------------|
| 0,069             | 30%              | 0,022 | 0.59  | 0,732       |
| 0,098             | 50%              | 0,029 | 0.55  | 1,123       |
| 0,130             | 20%              | 0,038 | 0.52  | 0,419       |
| Total             |                  |       |       | 2,274       |

- Tinggi ekspansi  $= (1 - \varepsilon) \cdot L \cdot \sum \frac{x}{1 - \varepsilon} \text{ (Persamaan 3.33)}$   
 $= (1 - 0,4) \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 2,274$   
 $= 0,94 \text{ m (terjadi ekspansi)}$

#### Cek Ekspansi Media Penyangga

- $\varepsilon_e = \left[ \frac{v_b}{v_s} \right]^{0,22} \text{ (Persamaan 3.31)}$   
 $= \left[ \frac{0,00184 \text{ m/detik}}{0,11 \text{ m/detik}} \right]^{0,22}$   
 $= 0,41$
- $X/(1 - E_e) = 100\% / (1 - 0,41)$   
 $= 1,706$
- Tinggi ekspansi  $= (1 - 0,53) \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 1,706$   
 $= 0,20 \text{ m (Tidak terjadi ekspansi)}$
- Ekspansi total  $= \text{ekspansi pasir} + \text{ekspansi peyangga}$   
 $= 0,94 \text{ m} + 0,2 \text{ m}$   
 $= 1,14 \text{ m}$
- % ekspansi  $= \frac{T_{\text{total}} - T_{\text{media}}}{T_{\text{media}}} \times 100\%$   
 $= \frac{1,14 \text{ m} - (0,7 + 0,2) \text{ m}}{1,14 \text{ m}} \times 100\%$   
 $= 26,7\% \text{ (Memenuhi)}$

#### Kehilangan Tekanan Awal *Backwash*

- $H_f \text{ silika} = (S_e - 1)(1 - \varepsilon) \times L$   
 $= (2,65 - 1)(1 - 0,41) \times 0,7$   
 $= 0,68 \text{ m}$
- $H_f \text{ penyangga} = (2,65 - 1)(1 - 0,53) \times 0,2$   
 $= 0,16 \text{ m}$
- $H_f \text{ total} = 0,68 \text{ m} + 0,16 \text{ m}$   
 $= 0,84 \text{ m}$

#### D. Kebutuhan *Backwash*

##### Direncanakan:

- $V \text{ backwash} : 0,00199 \text{ m/detik}$
- Dimensi bak :  $P = 1,8 \text{ m}$   
 $: L = 0,9 \text{ m}$
- Periode pencucian : 1 hari sekali
- $T_d \text{ backwash} : 5 \text{ menit}$   
 $: 300 \text{ detik}$

##### Perhitungan:

- Debit *Backwash* ( $Q_b$ )  $= V_b \times A_{\text{Filter}}$

- $$= 0,00199 \frac{\text{m}}{\text{detik}} \times (1,8 \text{ m} \times 0,9 \text{ m})$$

$$= 0,00323 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= Q_b \times t_d$$

$$= 0,00323 \text{ m}^3/\text{detik} \times 300 \text{ detik}$$

$$= 0,968 \text{ m}^3$$
- $$\text{Volume total 3 bak} = 0,968 \text{ m}^3 \times 3 \text{ unit}$$

$$= 2,9 \text{ m}^3$$
- $$\text{Produksi air dalam 1 hari} = 0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86400 \text{ detik}$$

$$= 561,6 \text{ m}^3$$
- $$\text{Prosentase air backwash} = 2,9 \frac{\text{m}^3}{561,6} \text{ m}^3 \times 100\%$$

$$= 0,52\%$$

#### E. Perhitungan Nozzle Filter

##### Direncanakan:

- Kecepatan aliran : 0,2 m/detik
- Konstanta friksi : 0,8
- Debit filtrasi : 0,00163 m<sup>3</sup>/detik
- Debit *backwash* : 0,00207 m<sup>3</sup>/detik

##### Perhitungan:

- $$\text{Luas slot nozzle} = \text{Slot} \times \text{jumlah slot} \times \text{tinggi}$$

$$= 1 \text{ mm} \times 40 \text{ slot} \times 15 \text{ mm}$$

$$= 600 \text{ mm}^2/\text{nozzle}$$
- $$Q \text{ per nozzle} = V \times A$$

$$= 0,2 \text{ m/detik} \times 0,0006 \text{ m}^2$$

$$= 0,00012 \text{ m}^3/\text{detik}$$
- $$\text{Kebutuhan nozzle} = Q_{\text{backwash}} / Q_{\text{nozzle}}$$

$$= 0,0323 \text{ m}^3/\text{detik} / 0,00012 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 27 \text{ buah}$$
- $$\text{Cek kecepatan aliran di nozzle}$$

$$\text{Debit filtrasi} = Q/A$$

$$= \frac{0,00217 \text{ m}^3/\text{detik}}{(0,0006 \times 27) \text{ m}^3/\text{detik}} = 0,13 \text{ m/detik}$$

$$\text{Debit backwash} = \frac{0,00323 \text{ m}^3/\text{detik}}{(0,006 \times 27) \text{ m}^3/\text{detik}} = 0,2 \text{ m/detik}$$
- $$\text{Headloss pada nozzle}$$

$$\text{Filtrasi} = K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,8 \times \frac{0.13 \text{ m/detik}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2} \\
 &= 0,0059 \text{ m} \\
 \text{Backwash} &= 0,8 \times \frac{0.193 \text{ m/detik}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2} \\
 &= 0,0087 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### F. Headloss Total pada Filter

- Hf filtrasi = Hf media + Hf nozzle  
 $= 18,9 \text{ cm} + 0,06 \text{ cm}$   
 $= 18,96 \text{ cm}$
- Hf backwash =  $84 \text{ cm} + 0,09 \text{ cm}$   
 $= 84,09 \text{ cm}$

#### G. Perhitungan Gutter

*Gutter* ini merupakan saluran pelimpah untuk menerima air *backwash* dan melimpahkan air menuju media filter. Perencanaan *gutter* sebagai berikut:

##### Direncanakan:

- Jumlah *gutter* : 1 buah
- Debit tiap filter :  $0,00323 \text{ m}^3/\text{detik}$  (debit *backwash*)
- Panjang *gutter* : Panjang filter 1,8 m
- Kedalaman air (yu) : 0,05 m

##### Perhitungan:

- yc gutter =  $\gamma_u / 1,73$   
 $= 0,05 \text{ m} / 1,73$   
 $= 0,029 \text{ m}$
- Lebar gutter (l) =  $\frac{Q}{\sqrt{yc^2 \times g}}$   
 $= \frac{0,00323 \text{ m}^3/\text{detik}}{\sqrt{0,029 \text{ m}^2 \times 9,81 \text{ m/detik}^2}}$   
 $= 0,036 \text{ m} \approx 0,04 \text{ m}$
- Tinggi lokasi gutter =  $H_{\text{ekspansi}} + 0,2 \text{ m}$  (angka keamanan)  
 $= 1,14 \text{ m} + 0,2 \text{ m}$   
 $= 1,34 \text{ m}$

#### H. Perhitungan Pompa *Backwash*

Pompa *backwash* direncanakan menggunakan pompa sentrifugal sejumlah dua unit yang berkerja secara bergantian. Air yang digunakan untuk proses *backwash* adalah air hasil olahan yang belum di injeksi desinfektan. Penggunaan air ini bertujuan

agar komponen biologis dalam media filter tidak mati sehingga proses filtrasi akan berlangsung secara optimal.

Direncanakan:

- Debit *backwash* : 0,00323 m<sup>3</sup>/detik
- Panjang pipa *backwash* : 17 m
- *Headloss backwash* : 84,09 cm

Perhitungan:

- A pipa = 0,00323 m<sup>3</sup>/detik / 1,25 m/detik  
= 0,0026 m<sup>2</sup>
- D pipa =  $\sqrt{\frac{4 \times 0,0026 \text{ m}^2}{3,14}}$   
= 0,057 m

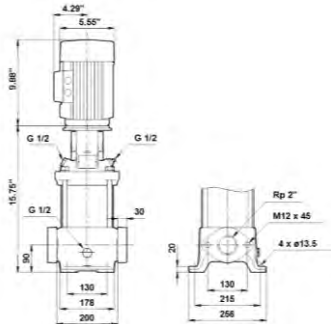
Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 62,5 mm (2,5 inch)

- V cek = 0,00323 m<sup>3</sup>/detik / ( $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,0625 \text{ m}^2$ )  
= 1,1 m/detik (Memenuhi)
- Hf pipa =  $\frac{L}{(0,00155 \times C \times D^{2,63})^{1,85}} Q^{1,85}$  (Persamaan 3.6)  
=  $\frac{17 \text{ m}}{(0,00155 \times 120 \times 6,25 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} 3,23 \text{ l/detik}^{1,85}$   
= 0,45 m
- Head pompa = Hf<sub>backwash</sub> + Hf<sub>pipa</sub> + Beda elevasi + Sisa tekan  
= 84,09 cm + 45 cm + 250 cm + 200 cm  
= 579 cm  
≈ 5,8 m

Berdasarkan spesifikasi pompa, didapatkan dimensi pompa *backwash* yang dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan dapat dihitung kebutuhan daya dan sebagai berikut:

Direncanakan:

- Panjang : 25,6 cm
- Lebar : 20,0 cm
- Tinggi : 65,2 cm
- Head pompa : 5,8 m
- Debit pompa : 3,23 l/detik
- Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) : 70%
- Efisiensi transmisi ( $\eta_{trans}$ ) : 85%
- Faktor cadangan ( $\alpha$ ) : 0,15



Gambar 5.14 Dimensi Pompa Backwash

Perhitungan:

- $HHP = \frac{0,00323 \text{ m}^3/\text{detik} \times 997,07 \text{ kg/m}^3 \times 5,8 \text{ m}}{75} = 0,249 \text{ Hp}$
- $BHP = \frac{0,249 \text{ Hp}}{70\%} = 0,356 \text{ Hp}$
- $Nd = \frac{0,356 \text{ Hp}(1+0,15)}{85\%} = 0,481 \text{ Hp} = 0,359 \text{ Kw}$

l. Pipa Pembawa Hasil Filtrasi

Direncanakan:

- Debit (Q) : 6,5 l/detik
- Panjang pipa (L) : 9 m
- Jenis pipa : Besi galvanis
- Kecepatan aliran : 1 m/detik

Perhitungan:

- A pipa =  $0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} / 1 \text{ m/detik} = 0,0065 \text{ m}^2$
- D pipa =  $\sqrt{\frac{4 \times 0,0065 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,091 \text{ m}$

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 100 mm (4 inch)

- V cek =  $0,0065 \text{ m}^3/\text{detik} / (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,01 \text{ m}^2) = 0,8 \text{ m/detik (Memenuhi)}$
- Hf =  $\frac{9 \text{ m}}{(0,00155 \times 110 \times 12,5 \text{ cm}^{2,63})^{1,85}} \times 6,5 \text{ l/detik}^{1,85} = 0,08 \text{ m}$



Gambar detail engineering design unit filter dapat dilihat pada Lampiran 4 Gambar 2, 3, 6, 7, 8 dan 9.

#### **5.4.6 Perencanaan Desinveksi Gas Klor**

Proses klorinasi dilakukan dengan cara injeksi gas pada inlet reservoir, karena wilayah pelayanan yang sempit sehingga dimungkinkan waktu kontak klor dengan air olahan tidak memenuhi apa bila di injeksikan pada pipa distribusi. Dosis injeksi gas klor di ambil dari unit IPAM yang telah beroperasi yaitu IPAM Ngagel. Hal ini karena proses penentuan dosis klor harus dilakukan uji lab dengan menggunakan air baku yang telah melewati unit pengolahan, sehingga sulit di analisa apa bila unit pengolahan belum terbangun. Dosis injeksi klor tidak berpengaruh pada desain dan konstruksi.

##### Direncanakan:

- Q air = 6,5 l/detik
- Sisa klor = 0,3 mg/L
- Kadar Klor = 99%
- Kapasitas tabung = 75 kg
- Dosis klor optimum (BPC) = 2,61 mg/L

##### Perhitungan:

- Dosis klor = Dosis optimum + sisa klor  
= 2,61 mg/L + 0,3 mg/L  
= 2,91 mg/L
- Kebutuhan klor = 2,91 mg/L x 6,5 l/detik  
= 1,63 kg/hari
- Lama pergantian tabung = 75 kg / 1,63 kg/hari  
= 46 hari

#### **5.4.7 Perencanaan Unit Reservoir**

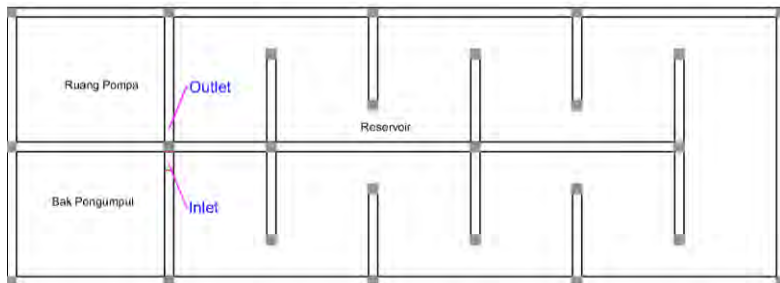
Reservoir berfungsi sebagai penampung air hasil olahan karena debit air olahan yang linier sedangkan debit kebutuhan air yang fluktuasi. Unit pengolahan air ITS ini hanya di tujukan untuk kegiatan akademik dalam Kampus maka perhitungan reservoir digunakan jam kerja Kampus, dianggap di luar jam kerja kebutuhan air yang jauh menurun atau hampir tidak ada maka selama itu tersebut air produksi akan disimpan di reservoir. Kampus ITS memiliki jam kerja efektif dari jam 06.00 sampai 20.00 atau selama 14 jam. Pada perencanaan ini di gunakan lama

aktivitas Kampus selama 12 jam dikarenakan untuk faktor keamanan. Sketsa rencana desain reservoir dan rumah pompa dapat dilihat pada Gambar 5.15.

#### A. Dimensi Reservoir

##### Direncanakan:

- Waktu aktivitas Kampus ( $T_{\text{Kampus}}$ ) : 12 jam/hari
- Waktu produksi IPAM ( $T_{\text{IPAM}}$ ) : 24 jam/hari
- Debit produksi ( $Q_p$ ) : 6,5 l/detik
- Kedalaman reservoir (h) : 2,5 m
- Lebar reservoir (l) : 7 m
- Jarak antar baffle : 2,5 m



Gambar 5.15 Sketsa Reservoir dan Rumah Pompa

##### Perhitungan:

- Volume reservoir 
$$= (T_{\text{IPAM}} - T_{\text{KAMPUS}}) \times Q_p$$
$$= (24 \text{ jam} - 12 \text{ jam}) \times 0,0065 \text{ m}^3/\text{detik}$$
$$= 280,8 \text{ m}^3$$
- Panjang reservoir 
$$= \text{Vol} / (h \times l)$$
$$= 280,8 \text{ m}^3 / (2,5 \text{ m} \times 7 \text{ m})$$
$$= 16,1 \text{ m}$$

#### B. Rumah Pompa

Rumah pompa direncanakan untuk menampung dua pompa distribusi dan dua pompa *backwash*, hal ini untuk mempermudah dalam operasional dan mengurangi biaya pembangunan IPAM.

Pendistribusian air hasil olahan mencakup wilayah Kampus ITS sehingga *head* pompa yang dibutuhkan tidak terlalu besar, *head* sistem distribusi eksisting sebesar 25 m, maka pompa distribusi direncanakan dengan *head* maksimum pompa 30 m.

Area Kampus memiliki fluktuasi penggunaan air yang sangat cukup tinggi pada waktu jam efektif bisa mencapai 2 kali dari kebutuhan dan pada waktu malam hari memiliki kebutuhan air yang kecil karena tidak terdapat kegiatan dalam Kampus. Dengan fluktuasi kebutuhan yang tinggi maka dipilih jenis pompa sentrifugal dengan tipe variable speed dan debit 15 l/detik. Pompa yang digunakan sebanyak dua unit yang akan bekerja secara bergantian. Menggunakan pompa variabel speed akan memperkecil biaya operasi dikarenakan debit yang di pompa dapat di atur secara otomatis mengikuti kebutuhan air dan *head* yang di berikan relatif konstan.

Berdasarkan spesifikasi, didapatkan dimensi pompa distribusi yang dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan dapat dihitung kebutuhan daya dan sebagai berikut:

Direncanakan:

- Panjang : 34.2 cm
- Lebar : 24,0 cm
- Tinggi : 96,5 cm
- *Head* pompa : 30 m
- Debit pompa : 15 L/detik
- Efisiensi pompa ( $\eta_p$ ) : 70%
- Efisiensi transmisi ( $\eta_{trans}$ ) : 85%
- Faktor cadangan ( $\alpha$ ) : 0,15

Perhitungan:

- HHP  $= \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{detik} \times 997,07 \text{ kg/m}^3 \times 30\text{m}}{75}$   
= 5,98Hp
- BHP  $= \frac{5,98 \text{ Hp}}{70\%}$   
= 8,55 Hp
- Nd  $= \frac{8,55 \text{ Hp}(1+0,15)}{85\%}$   
= 11,56 Hp = 8,62 Kwh

C. Pipa Transmisi

Pipa transmisi akan disambungkan dengan pipa distribusi eksisting yang berada di sepanjang Jln. Tenik mesin yang berjarak 12 m dari rumah pompa.

Direncanakan:

- Debit (Q) : 15 l/detik
- Jenis pipa : Besi galvanis

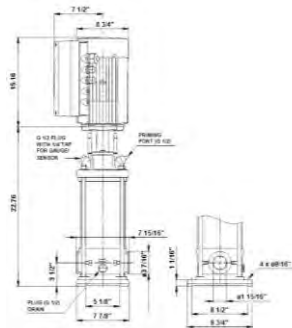
- Kecepatan aliran : 1,25 m/detik

Perhitungan:

- A pipa  $= 0,015 \text{ m}^3/\text{dtk} / 1,25 \text{ m/s} = 0,012 \text{ m}^2$
- D pipa  $= \sqrt{\frac{4 \times 0,012 \text{ m}^2}{3,14}} = 0,124 \text{ m}$

Digunakan pipa di pasaran dengan diameter 125 mm (6 inch)

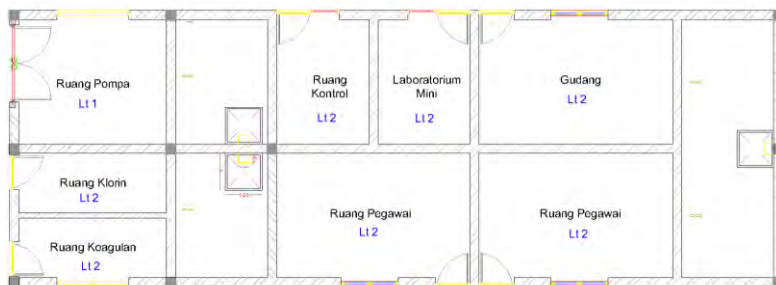
- V cek  $= 0,015 \text{ m}^3/\text{detik} / (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,125 \text{ m}^2)$   
 $= 1,25 \text{ m/detik (Memenuhi)}$



Gambar 5.16 Dimensi Pompa Intake

#### D. Utilitas Lantai 2 Reservoir

Unit reservoir memiliki lahan yang luas sehingga ditambahkan bangunan di atas reservoir tanpa mengganggu sistem. Penambahan bangunan berupa ruang klor, koagulan, laboratorium, ruang control, gudang, ruang pegawai. Sketsa utilitas reservoir lantai 2 dapat di lihat pada Gambar 5.17.



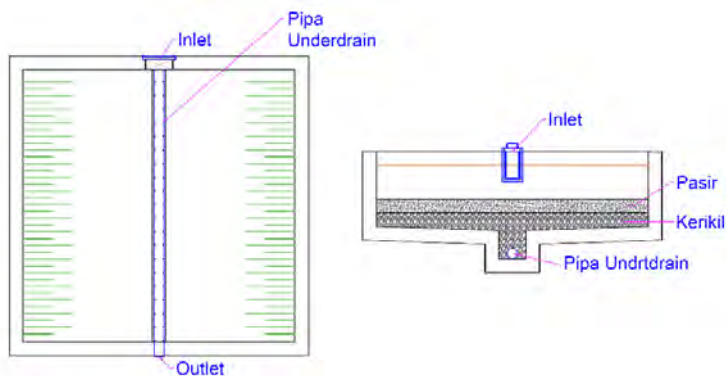
Gambar 5. 17 Sketsa Utilitas Lantai 2 Reservoir

Gambar detail *engineering design* unit reservoir dan rumah pompa dapat dilihat pada Lampiran 4 Gambar 10-16.

## 5.6 Perencanaan Pengolahan Lumpur

Lumpur terbentuk akibat sistem koagulasi dan flokulasi yang kemudian di endapkan di sedimentasi sebanyak 2,25 m<sup>3</sup>/hari dengan kadar air 97%. Lumpur hasil pengendapan ini mengandung alum yang dapat mencemari badan air apabila langsung dibuang ke badan air. Sludge drying bed (SDB) dipilih sebagai unit pengolahan lumpur. SDB dipilih karena kemudahan dalam operasionalnya dan murah dalam pemeliharanya. Sketsa unit SDB dapat dilihat pada Gambar 5.18.

Proses pengolahan lumpur ini menggunakan proses filtrasi menggunakan media pasir dan kerikil dengan aliran downflow dan evaporasi yang menggunakan sinar matahari. Lamanya proses pengeringan lumpur ini sangat tergantung pada kondisi cuaca di lokasi pengolahan. Lamanya proses pengolahan direncanakan selama 10 hari, nilai ini mengacu pada SDB yang telah beroperasi yaitu SDB Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Keputih (IPLT). Lokasi IPLT yang berada tidak jauh dari IPAM ITS sehingga kondisi cuaca relatif sama untuk proses pengolahan lumpur.



Gambar 5. 18 Sketsa Sludge Drying Bed

### Direncanakan:

- Ketinggian Cake : 0,3 m
- Ketinggian pasir : 0,2 m
- Ketinggian kerikil : 0,2 m

- Lama pengeringan : 10 *hari* (SDB IPL Keputih)
- Kadar air akhir : 60%
- Pengisian : 3 *hari*
- Rasio P:L : 1:1

Perhitungan:

- Volume lumpur (Vl) =  $2,25 \text{ m}^3/\text{hari} \times 3 \text{ hari}$   
=  $6,75 \text{ m}^3$
- Volume lumpur akhir =  $Vl - (Vl \times (97\% - 60\%))$   
=  $6,75 \text{ m}^3 - (6,75 \text{ m}^3 \times (97\% - 60\%))$   
=  $4,25 \text{ m}^3$
- Luas bak (A) =  $V_{\text{lumpur akhir}} / H_{\text{cake}}$   
=  $4,25 \text{ m}^3 / 0,3 \text{ m}$   
=  $14,2 \text{ m}^2$
- Panjang =  $\sqrt{14,2}$   
=  $3,76 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$
- Lebar = Panjang  
=  $4 \text{ m}$
- H awal lumpur =  $Vl / A$   
=  $6,75 \text{ m}^3 / 14,2 \text{ m}^2$   
=  $0,5 \text{ m}$
- Kedalaman total =  $H_{\text{awal}} + H_{\text{pasir}} + H_{\text{kerikil}} + Fb$   
=  $0,5 \text{ m} + 0,2 \text{ m} + 0,2 \text{ m} + 0,2 \text{ m}$   
=  $1,1 \text{ m}$
- Jumlah bak =  $\text{Lama pengeringan/pengisian} + 1$   
=  $10 \text{ hari} / 3 \text{ hari} + 1$   
=  $4 \text{ unit}$

Gambar detail *engineering design* unit sludge drying bed dapat dilihat pada Lampiran 4 Gambar 17-18.

### 5.7 Layout Unit IPAM

Hasil dari perhitungan tiap unit pengolahan air minum dapat digambarkan layout unit IPAM yang dapat di lihat pada Lampiran 4 Lembar 19, 20 dan 21.

### 5.8 BOQ dan RAB

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah hasil perhitungan antara volume pekerjaan (BOQ) dengan harga satuan yang telah dikalikan dengan indeks yang sesuai dengan HSPK Kota

Surabaya Tahun 2015 melalui penyesuaian dengan harga yang berlaku di pasar dan SNI DT-91. BOQ dan RAB IPAM ITS tahap 1 dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 BOQ dan RAB IPAM ITS Tahap 1

| No                        | Uraian Pekerjaan                | Volume              | Harga Satuan | Harga      |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------|------------|
| <b>PEKERJAAN STRUKTUR</b> |                                 |                     |              |            |
| <b>I</b>                  | <b>INTAKE</b>                   |                     |              |            |
| 1                         | Pembersihan Lahan               | 28 m <sup>2</sup>   | 15.900       | 445.200    |
| 2                         | Galian Tanah                    | 50 m <sup>3</sup>   | 26.250       | 1.312.500  |
| 3                         | Dinding Benton Bertulang K-300  | 6 m <sup>3</sup>    | 1.210.746    | 7.268.108  |
| 4                         | Pemasangan Pipa                 | 20 unit             | 22.194       | 443.880    |
| 5                         | Pemasangan Ponton Intake        | 1 unit              | 8.120.350    | 8.120.350  |
| 6                         | Pengurukan Tanah Kembali        | 12 m <sup>3</sup>   | 12.378       | 148.536    |
| 7                         | Didinding Drainase K-250        | 2,1 m <sup>3</sup>  | 1.142.206    | 2.398.633  |
| 8                         | Pemasangan Pompa                | 2 unit              | 521.100      | 1.042.200  |
| 9                         | Pemasangan Aksesoris Pipa       | 8 unit              | 12.500       | 100.000    |
| Sub Total                 |                                 |                     |              | 21.279.407 |
| <b>II</b>                 | <b>PIPA PEMBAWA</b>             |                     |              |            |
| 1                         | Pembersihan Lahan               | 221 m <sup>2</sup>  | 15.900       | 3.513.900  |
| 2                         | Galian Tanah                    | 221 m <sup>3</sup>  | 26.250       | 5.801.250  |
| 3                         | Pemasangan Pipa                 | 442 m               | 22.194       | 9.809.748  |
| 4                         | Pengurukan Tanah Kembali        | 215 m <sup>3</sup>  | 12.378       | 2.668.432  |
| 5                         | Pemasangan Aksesoris Pipa       | 7 unit              | 12.500       | 87.500     |
| Sub Total                 |                                 |                     |              | 21.880.830 |
| <b>III</b>                | <b>MANHOLE PEMBAGI</b>          |                     |              |            |
| 1                         | Pembersihan Lahan               | 4 m <sup>2</sup>    | 15.900       | 63.600     |
| 2                         | Galian Tanah                    | 21 m <sup>3</sup>   | 26.250       | 551.250    |
| 3                         | Beton Bertulang K-250           | 0,6 m <sup>3</sup>  | 1.142.206    | 742.434    |
| 4                         | Pemasangan Pipa                 | 17 unit             | 22.194       | 377.298    |
| 5                         | Pemasangan Aksesoris Pipa       | 10 unit             | 12.500       | 125.000    |
| 6                         | Pengurukan Tanah Kembali        | 18 m <sup>3</sup>   | 12.378       | 222.804    |
| Sub Total                 |                                 |                     |              | 2.082.386  |
| <b>IV</b>                 | <b>INSTALASI PENGOLAHAN AIR</b> |                     |              |            |
| 1                         | Pembersihan Lahan               | 45 m <sup>2</sup>   | 15.900       | 715.500    |
| 2                         | Galian Tanah                    | 22,5 m <sup>3</sup> | 26.250       | 590.625    |
| 3                         | Pondasi Bertulang               | 14,2 m <sup>3</sup> | 1.519.009    | 22.359.812 |
| 4                         | Balok Beton Bertulang K-300     | 5,4 m <sup>3</sup>  | 3.071.319    | 15.479.448 |
| 5                         | Pekerjaan Kolom Bertulang K-300 | 6,8 m <sup>3</sup>  | 3.004.779    | 19.470.968 |
| 6                         | Plat Beton Bertulang K-300      | 28,1 m <sup>3</sup> | 3.057.799    | 86.260.510 |
| 7                         | Dinding Benton Bertulang K-300  | 56,4 m <sup>3</sup> | 1.210.746    | 67.971.280 |
| 8                         | Pembuatan Tangga Beton          | 3,1 m <sup>3</sup>  | 1.487.590    | 4.611.529  |

| No        | Uraian Pekerjaan                   | Volume              | Harga Satuan | Harga       |
|-----------|------------------------------------|---------------------|--------------|-------------|
| 9         | Kerangka Atap Baja Ringan          | 45 m <sup>2</sup>   | 524.030      | 23.581.350  |
| 10        | Pemasangan Atap                    | 45 m <sup>2</sup>   | 343.200      | 15.444.000  |
| 11        | Pemasangan Pagar Besi              | 27,3 m              | 2.164.440    | 59.089.212  |
| 12        | Pemasangan Besi penutup            | 8 unit              | 2.150.300    | 18.600.095  |
| 13        | Pemasangan Plat Besi Gutter        | 10,2 m              | 1.156.200    | 11.793.240  |
| 14        | Pemasangan Perpipa                 | 60 m                | 34.572       | 2.074.320   |
| 15        | Plesteran Halus                    | 46 m <sup>2</sup>   | 33.250       | 1.529.500   |
| 16        | Plat Stainless Steel 1cm           | 11,7 m <sup>2</sup> | 213.500      | 2.497.950   |
| 17        | Didinding Drainase K-250           | 12 m <sup>3</sup>   | 1.142.206    | 13.706.472  |
| Sub Total |                                    |                     |              | 365.775.811 |
| V         | RESERVOIR & RUMAH POMPA            |                     |              |             |
| 1         | Pembersihan Lahan                  | 219 m <sup>3</sup>  | 15.900       | 3.492.435   |
| 2         | Galian Tanah                       | 222 m <sup>3</sup>  | 26.276       | 5.837.269   |
| 3         | Pondasi Bertulang                  | 58,2 m <sup>3</sup> | 1.519.009    | 88.740.506  |
| 4         | Balok Beton Bertulang K-300        | 11,3 m <sup>3</sup> | 3.071.319    | 35.105.176  |
| 5         | Pekerjaan Kolom Bertulang K-300    | 14,4 m <sup>3</sup> | 3.004.779    | 43.268.818  |
| 6         | Plat Beton Bertulang K-300         | 47,4 m <sup>3</sup> | 3.057.799    | 144.939.673 |
| 7         | Dinding Benton Bertulang K-300     | 86,2 m <sup>3</sup> | 1.210.746    | 104.366.305 |
| 8         | Plat Penutup Reservoir K-300       | 47,4 m <sup>3</sup> | 3.057.799    | 144.939.673 |
| 9         | Pemasangan Manhole                 | 4 unit              | 654.030      | 2.616.120   |
| 10        | Pemasangan Pipa                    | 102 m               | 34.572       | 3.526.344   |
| 11        | Dinding Bata Merah                 | 52,3 m <sup>3</sup> | 278.018      | 14.540.341  |
| 12        | Pemasangan Pintu                   | 8 unit              | 896.248      | 7.169.984   |
| 13        | Pemasangan Jendela                 | 10 unit             | 808.012      | 8.080.120   |
| 14        | Beton Bertulang K-350 Lantai Pompa | 2,1 m <sup>3</sup>  | 1.314.524    | 2.760.500   |
| 15        | Pemasangan Hoist Crane             | 2 unit              | 684.003      | 1.368.006   |
| 16        | Kerangka Atap Baja Ringan          | 220 m <sup>2</sup>  | 524.030      | 115.286.600 |
| 17        | Pemasangan Atap                    | 220 m <sup>2</sup>  | 343.200      | 75.504.000  |
| 18        | Dinding Beton K-250 (Bak Koaglan)  | 1,4 m <sup>3</sup>  | 1.142.206    | 1.599.088   |
| 20        | Pembuangan Tanah Keluar Lokasi     | 222 m <sup>3</sup>  | 66.100       | 14.684.115  |
| Sub Total |                                    |                     |              | 817.825.073 |
| VI        | PENGOLAHAN LUMPUR                  |                     |              |             |
| 1         | Pembersihan Lahan                  | 60 m <sup>3</sup>   | 15.900       | 954.000     |
| 2         | Galian Tanah                       | 62,7 m <sup>3</sup> | 26.276       | 1.647.521   |
| 3         | Balok Beton Bertulang K-250        | 2,1 m <sup>3</sup>  | 2.852.120    | 5.989.452   |
| 4         | Plat Beton Bertulang K-250         | 11,3 m <sup>3</sup> | 2.652.630    | 30.027.772  |
| 5         | Dinding Beton K-250                | 12,2 m <sup>3</sup> | 1.210.746    | 14.771.101  |
| 6         | Pintu Air 30 x 110 cm              | 8 unit              | 215.400      | 1.723.200   |
| 7         | Pembuangan Tanah Keluar Lokasi     | 62,7 m <sup>3</sup> | 66.100       | 4.144.470   |
| 8         | Media Pasir                        | 12,8 m <sup>3</sup> | 194.000      | 2.483.200   |



| No                                 | Uraian Pekerjaan                    | Volume              | Harga Satuan | Harga         |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------|---------------|
| Sub Total                          |                                     |                     |              | 61.740.716    |
| VI                                 | JALAN AKSES                         |                     |              |               |
| 1                                  | Pembersihan lahan                   | 179 m <sup>3</sup>  | 15.900       | 2.846.100     |
| 2                                  | Pengurugan Pasir Untuk Paving       | 17.9 m <sup>3</sup> | 203.100      | 3.635.490     |
| 3                                  | Pemasangan Paving 6cm segi empat    | 179 m <sup>2</sup>  | 79.950       | 14.311.050    |
| Sub Total                          |                                     |                     |              | 20.792.640    |
| TOTAL                              |                                     |                     |              | 1.311.376.863 |
| PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL |                                     |                     |              |               |
| I                                  | INTAKE                              |                     |              |               |
| 1                                  | Sumpersible pump Q 6,5 l/dt -H 15 m | 2 unit              | 21.460.000   | 42.920.000    |
| 2                                  | Panel Pompa VSD Soft Stater         | 2 unit              | 8.654.200    | 17.308.400    |
| 3                                  | Pipa Galvanis 125mm                 | 5 m                 | 268.333      | 223.611       |
| 4                                  | Pipa Fleksible 125mm                | 15 m                | 568.233      | 1.420.583     |
| 5                                  | Elbow 90 125mm                      | 3 unit              | 361.463      | 1.084.389     |
| 6                                  | Tee 125x125mm                       | 2 unit              | 467.775      | 935.550       |
| 7                                  | Incriser 50-125mm                   | 2 unit              | 175.500      | 351.000       |
| 8                                  | Check Valve 120mm                   | 2 unit              | 3.248.100    | 6.496.200     |
| Sub Total                          |                                     |                     |              | 70.739.732    |
| II                                 | PIPA PEMBAWA                        |                     |              |               |
| 1                                  | Pipa Galvanis 125mm                 | 442 m               | 268.333      | 19.767.198    |
| 2                                  | Elbow 45 125mm                      | 7 unit              | 175.700      | 1.229.900     |
| Sub Total                          |                                     |                     |              | 20.997.098    |
| III                                | MANHOLE PEMBAGI                     |                     |              |               |
| 1                                  | Pipa Galvanis 125mm                 | 3 m                 | 268.333      | 134.167       |
| 2                                  | Pipa Galvanis 75mm                  | 14 m                | 165.200      | 385.467       |
| 3                                  | Tee 125x75mm                        | 3 unit              | 202.500      | 607.500       |
| 4                                  | Gate Valve 75mm                     | 3 unit              | 2.750.000    | 8.250.000     |
| 5                                  | Meter Air 75mm                      | 3 unit              | 2.165.200    | 6.495.600     |
| 6                                  | Flenge 125mm                        | 1 unit              | 125.020      | 125.020       |
| Sub Total                          |                                     |                     |              | 15.997.753    |
| IV                                 | INTALASI PENGOLAHAN AIR             |                     |              |               |
| 1                                  | Plate Setler 140x200cm              | 32 unit             | 130.000      | 4.160.000     |
| 2                                  | Nozzel                              | 80 unit             | 42.100       | 3.410.100     |
| 3                                  | Pasir Filter                        | 3,4 m <sup>3</sup>  | 524.000      | 1.834.000     |
| 4                                  | Gate Valve 25mm                     | 3 unit              | 1.750.000    | 5.250.000     |
| 5                                  | Gate Valve 50mm                     | 18 unit             | 2.125.000    | 38.250.000    |
| 6                                  | Incriser 25x50mm                    | 3 unit              | 32.100       | 96.300        |
| 7                                  | Tee 50x50mm                         | 9 unit              | 48.510       | 436.590       |
| 8                                  | Tee 100x50mm                        | 3 unit              | 244.100      | 732.300       |

| No        | Uraian Pekerjaan                       | Volume  | Harga Satuan | Harga       |
|-----------|----------------------------------------|---------|--------------|-------------|
| 9         | Elbow 90 50mm                          | 26 unit | 41.580       | 1.081.080   |
| 10        | Elbow 90 100mm                         | 2 unit  | 278.460      | 556.920     |
| 11        | Pipa PVC 25mm                          | 10 m    | 31.875       | 53.125      |
| 12        | Pipa Galvanis 50mm                     | 32 m    | 94.000       | 501.333     |
| 13        | Pipa Galvanis 100mm                    | 18 m    | 232.400      | 697.200     |
| 14        | Flange 100mm                           | 1 unit  | 56.420       | 56.420      |
| Sub Total |                                        |         |              | 76.588.857  |
| V         | RESERVOIR & RUMAH POMPA                |         |              |             |
| 1         | Pompa Sentripugal Q 15 l/dt - H 25 m   | 2 unit  | 51.620.000   | 103.240.000 |
| 2         | Pompa Sentripugal Q 2 l/dt - H 5 m     | 2 unit  | 12.650.000   | 25.300.000  |
| 3         | Pompa dozing Q 50 l/jam - H 58 bar     | 2 unit  | 11.230.000   | 22.460.000  |
| 4         | Panel Pompa Variable Speed Drive       | 2 unit  | 16.563.000   | 33.126.000  |
| 5         | Panel Pompa VSD Soft Starter           | 2 unit  | 8.654.000    | 17.308.000  |
| 6         | Gate Valve 50mm                        | 2 unit  | 2.125.000    | 4.250.000   |
| 7         | Gate Valve 100mm                       | 2 unit  | 3.146.000    | 6.292.000   |
| 8         | Check Valve 50mm                       | 2 unit  | 1.235.280    | 2.470.560   |
| 9         | Check Valve 100mm                      | 2 unit  | 2.156.320    | 4.312.640   |
| 10        | Reducer 100x75mm                       | 2 unit  | 175.400      | 350.800     |
| 11        | Tee 125x100mm                          | 2 unit  | 344.100      | 688.200     |
| 12        | Tee 50x50mm                            | 1 unit  | 344.100      | 344.100     |
| 13        | Elbow 90 1/2inch                       | 5 unit  | 12.560       | 62.800      |
| 14        | Elbow 90 50mm                          | 6 unit  | 41.580       | 249.480     |
| 15        | Elbow 90 100mm                         | 5 unit  | 278.460      | 1.392.300   |
| 16        | Elbow 90 125mm                         | 2 unit  | 361.463      | 722.926     |
| 17        | Pipa Galvanis 1/2inch                  | 24 m    | 21.875       | 87.500      |
| 18        | Pipa Galvanis 50mm                     | 24 m    | 94.000       | 376.000     |
| 19        | Pipa Galvanis 100mm                    | 22 m    | 232.400      | 852.133     |
| 20        | Pipa Galvanis 125mm                    | 32 m    | 48.510       | 258.720     |
| 21        | Flange 125mm                           | 1 unit  | 125.020      | 125.020     |
| 22        | Meter Air 125mm                        | 1 unit  | 3.254.600    | 3.254.600   |
| 23        | Pressure Switch Panel Skala 0 - 15 Bar | 1 unit  | 1.256.200    | 1.256.200   |
| 24        | Hoist crane 1 ton Horizontal Vertikal  | 1 unit  | 22.164.773   | 22.164.773  |
| 25        | Mixer 580 rpm, Drive: 1/2kW            | 1 unit  | 6.597.728    | 6.597.728   |
| 26        | Tabung gas klor                        | 2 unit  | 2.660.000    | 5.320.000   |
| Sub Total |                                        |         |              | 262.862.480 |
| TOTAL     |                                        |         |              | 427.712.432 |

Berdasarkan hasil perhitungan BOQ dan RAB total biaya untuk pembangunan IPAM tahap 1 sebesar Rp. 1.739.089.295.

## 5.9 Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisis ekonomi ini akan membandingkan biaya produksi air dengan biaya pengeluaran Kampus ITS untuk penyediaan air minum Kampus ITS. Operasi IPAM direncanakan akan beroperasi 24 jam dengan debit total operasi 6,5 L/detik pada tahap 1. Untuk mengoperasikan IPA di butuhkan 3 orang operator dengan 8 jam kerja dan 5 pegawai untuk pemeliharaan sistem drainase ITS.

Direncanakan:

- Jumlah operator : 3 orang
- Jumlah pegawai : 5 orang
- Gaji operator : Rp. 3.045.000 (UMR Surabaya 2016)
- Gaji pegawai : Rp. 3.045.000 (UMR Surabaya 2016)

Perhitungan:

- Gaji operator = 3 orang x Rp. 3.045.000  
= Rp. 9.135.000
- Gaji karyawan = 5 orang x Rp. 3.045.000  
= Rp. 15.225.000

Biaya total untuk gaji operator sebesar Rp. 24.360.000. Untuk biaya teknis unit pengolahan di hitung sebagai berikut.

Diketahui:

- Harga listrik : Rp. 1.461/Kwh
- Harga koaglan : Rp. 4.000/kg
- Harga gas klor : Rp. 52.000/kg
- Daya pompa intake : 1,61 Kwh
- Operasi pompa intake : 24 jam
- Daya pompa dosing : 0,0019 Kwh
- Operasi pompa dosing : 24 jam
- Daya pompa backwash : 0,359 Kwh
- Operasi pompa backwash : 4 x 5 menit
- Daya pompa distribusi : 8,62 Kwh
- Operasi pompa distribusi : 10,4 jam
- Kebutuhan koagulan : 4 kg/hari
- Kebutuhan gas klor : 1,63 kg/hari

Perhitungan:

- Volume air = 6,5 l/detik x 86400detik  
= 561.600 L/hari

- Kehilangan air  $= V_{\text{backwash}} + V_{\text{lumpur}}$   
 $= 2.490 \text{ l/hari} + 2.250 \text{ l/hari}$   
 $= 4.740 \text{ l/hari}$
- Volume air produksi  $= V_{\text{air}} - \text{Kehilangan air}$   
 $= 561.600 \text{ l/hari} - 4.740 \text{ l/hari}$   
 $= 556.860 \text{ l/hari}$   
 $= 16.705 \text{ m}^3/\text{bulan}$
- Daya pompa intake  $= 1,61 \text{ Kwh} \times 24 \text{ jam}$   
 $= 38.64 \text{ Kwh}$
- Daya pompa backwash  $= 0,359 \text{ Kwh} \times 3 \times 5/60 \text{ jam}$   
 $= 0,09 \text{ Kwh}$
- Daya pompa dosing  $= 0,0019 \text{ Kwh} \times 24 \text{ jam}$   
 $= 0,045 \text{ Kwh}$
- Daya pompa distribusi  $= 8,62 \text{ Kwh} \times 10,4 \text{ jam}$   
 $= 89.64 \text{ Kwh}$
- Daya total  $= 128.325 \text{ Kwh}$
- Biaya listrik  $= 128.325 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 1.461$   
 $= \text{Rp. } 187.487/\text{hari}$   
 $= \text{Rp. } 5.636.910/\text{bulan}$
- Biaya Koagulan  $= 4 \text{ kg/hari} \times \text{Rp. } 4.000$   
 $= \text{Rp. } 16.000/\text{hari}$   
 $= \text{Rp. } 480.000/\text{bulan}$
- Biaya Gas Klor  $= 1,63 \text{ kg/hari} \times 52.000$   
 $= \text{Rp. } 84.760/\text{hari}$   
 $= \text{Rp. } 2.542.800/\text{bulan}$

Biaya total untuk teknis unit pengolahan sebesar Rp.8.659.710 dengan total air produksi  $16.705 \text{ m}^3/\text{bulan}$ . Berdasarkan perhitungan biaya operasional dapat diketahui biaya produksi air per meter kubik yang dihitung sebagai berikut:

- Total biaya O&M  $= \text{Nilai gaji} + \text{Biaya teknis}$   
 $= \text{Rp. } 24.360.000 + \text{Rp. } 8.659.710$   
 $= \text{Rp. } 33.019.710$
- Biaya produksi per  $\text{m}^3$   $= \text{Biaya OM}/\text{Produksi air}$   
 $= \text{Rp. } 33.019.710/16.705 \text{ m}^3$   
 $= \text{Rp. } 1.976/\text{m}^3$

Penyediaan air minum Kampus ITS dengan menggunakan unit pengolahan sendiri dibutuhkan biaya O&M sebesar Rp. 1.976/m<sup>3</sup>, hal ini jauh lebih efisien dibandingkan dengan penyediaan air minum dari PDAM Surabaya yang mencapai harga Rp. 4.000/m<sup>3</sup> untuk pemakaian 10 m<sup>3</sup> pertama, Rp. 6.000/m<sup>3</sup> untuk pemakaian 10 m<sup>3</sup> kedua, Rp. 7.500/m<sup>3</sup> untuk pemakaian selebihnya. Berikut perhitungan biaya yang dapat di hemat:

Diketahui:

- Kebutuhan air : 33.065 m<sup>3</sup>
- Biaya PDAM : Rp. 259.332.416/bulan
- Biaya produksi air : Rp. 1.976/m<sup>3</sup>

Perhitungan:

- Biaya air unit pengolahan = 33.065 m<sup>3</sup> x Rp. 1.976/m<sup>3</sup>  
= Rp. 65.336.440
- Selisih biaya = Rp. 259.332.416 – Rp. 65.336.440  
= Rp. 193.995.976

Berdasarkan hasil perhitungan biaya yang dapat di hemat dengan menggunakan unit pengolahan air minum sendiri sebesar Rp. 193.995.976/bulan.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

- 1) Kampus ITS memiliki potensi dalam pemanfaatan limpasan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air minum Kampus ITS dengan kualitas memenuhi standar air baku kelas 2.
- 2) Lokasi IPAM berada di Jln. Teknik Mesin Kampus ITS. Unit pengolahan yang digunakan adalah intake, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, desinfeksi, reservoir dan rumah pompa.
- 3) Biaya pembangunan, operasional dan maintenance unit pengolahan air minum Kampus ITS dapat menghemat anggaran biaya untuk penyediaan air minum Kampus ITS.

#### **6.2 Saran**

- 1) Untuk memenuhi kebutuhan air Kampus ITS dalam satu tahun diperlukan manajemen air baku yang baik dengan menambah daerah penampungan air baku dan normalisasi kolam penampungan maupun saluran drainase yang telah ada. Sehingga diperlukan kajian lebih lanjut tentang saluran drainase Kampus ITS.
- 2) Diperlukan analisis uji laboratorium untuk kualitas air baku pada musim kemarau.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, Anis, M., Ahmad, S. dan Middlebrooks, E. J. 1980. Water Supply Engineering Design. Ann Arbor: Ann Arbor Science Publishers.
- Anggraini, D. 2008. Pemilihan Koagulan Untuk Pengolahan Air Bersih di PDAM Badak Singa Kota Bandung. Bandung: Jurusan Teknik Lingkungan ITB.
- Anonim (2015), Standar Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2015. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- AWWA. 1990. Water Quality Treatment AWWA. USA : Mc Graw Hill Book Companies Inc.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2016. Data Tinggi Hujan Kota Surabaya. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Biro Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK). 2016. Jumlah Mahasiswa Kampus ITS 2006-2015. Surabaya: Administrasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Biro Administrasi Umum dan Keuangan (BAUK). 2016. Jumlah Tenaga Pendidik Kampus ITS 2006-2015. Surabaya: Administrasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Biro Perencanaan Kampus. 2005. Masterplan ITS. Surabaya: Perencanaan Kampus ITS.
- Biro Perencanaan Kampus. 2016. Masterplan ITS. Surabaya: Perencanaan Kampus ITS.
- Casali, J. R. Gimenez, J. Diez, J. Álvarez-Mozos, J. D.V. de Lersundi, M. Goni, M.A. Campo, Y. Chahor, R. Gastesi, dan J. Lopez. 2010. Sediment production and water quality of watersheds with contrasting land use in Navarre (Spain). *Agricultural Water Management* 97, 1683-1694.
- Darmasetiawan, Martin. 2001. Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air. Bandung: Yayasan Suryono.
- Darmasetiawan, Martin. 2004. Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air. Bandung: Yayasan Suryono.
- Droste, Ronald L. 1997. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. New York: John Wiley & Sons, Inc.

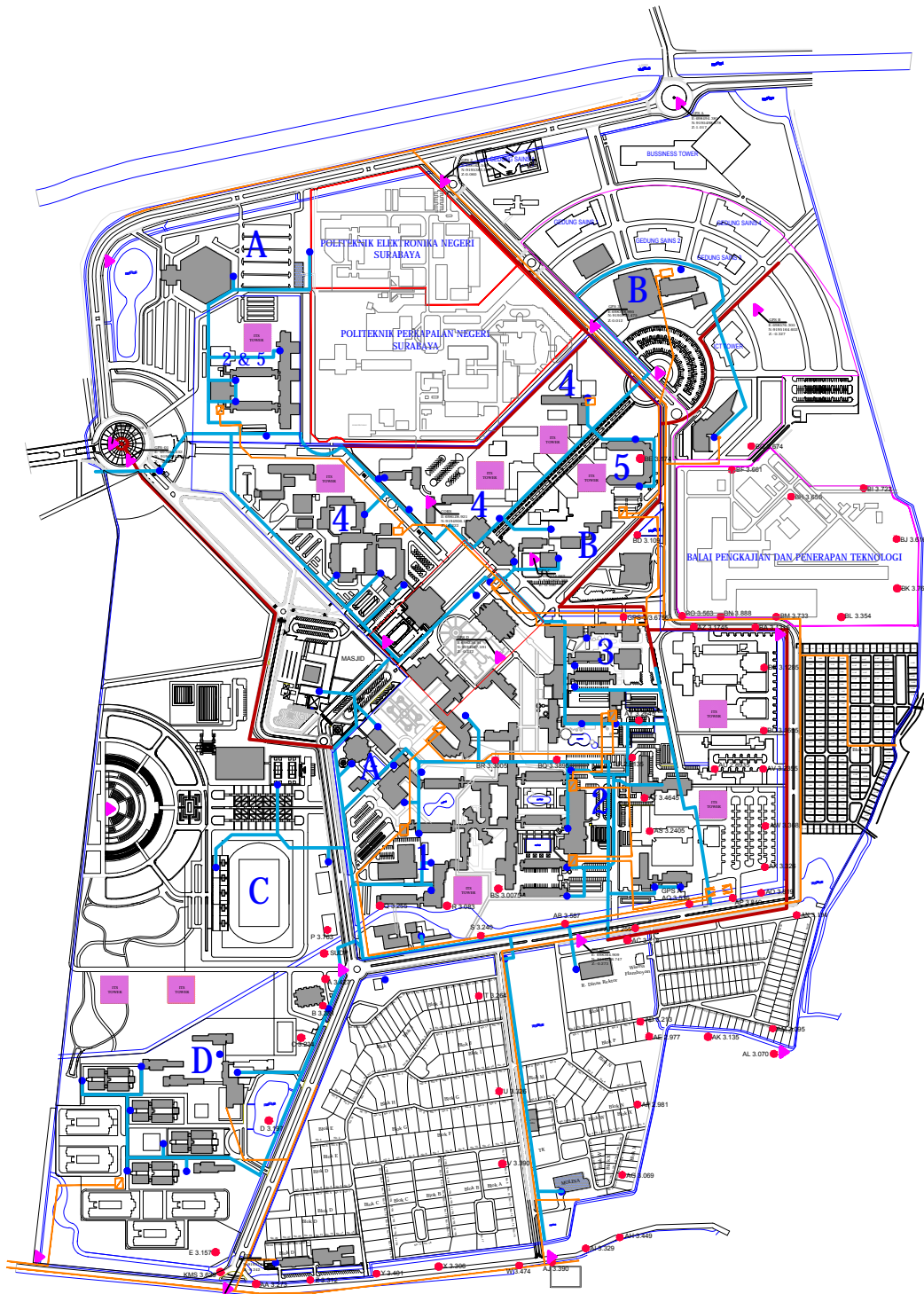
- Fair, Geyer dan Okun. 1968. Water and Waste Water Treatment Engineering Volume 2. NewYork: John Wiley & Sons Inc.
- Kawamura, Susumu. 1991. Integrated Design of Water Treatment Facilities. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Qasim, S.R., Motley. E.M., dan Zhu, G. 2000. Water Work Engineering: Plumbing, Design & Operation. Texas: Prentice Hall PTR.
- Joko, T. 2010. Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Masduqi, A., Assomadi, A.F. 2012. Operasi dan Proses Pengolahan Air. Surabaya: ITS Press.
- Metcalf dan Eddy. 2014. Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery Volume 2 Edisi Kelima. Singapura. MacGraw Hill.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MenKes/Per/IV/2010 Tentang Syarat-syarat dan Pengawas Kualitas Air Minum.
- Peavy, Howard S. 1985. Environmental Engineering (International edition). Singapore: McGraw – Hill Book Company.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Reynolds. 1982. Unit Operation and Processes in Environmental Engineering. California: Texas A&M University, Brook/Cole Engineering Division.
- Reynolds, Tom D. dan Richards, P. A. 1996. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering Second Edition. USA: PWS Publishing Company.
- Rich, linvil G. 1961. Unit Operations of Sanitary Engineering. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Sari, P. A. 2010. Teknik Pengadukan dalam Perencanaan Pengolahan Air . Pelita Teknologi 3, 1:1-9.
- Saputri W. E. 2011. Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Badakan PDAM Tirta Kerta Raharja Kota Tangerang. Depok: Universitas Indonesia

- Schulz, C. R. dan Okun, D. A. 1984. Surface Water Treatment For Communities In Developing Countries. New York: John Willey & Sons Inc.
- Schulz, C. R., Okun, D.A., Danaldson, D. dan Austin, J. 1992. Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. USA: John Wiley & Sons Inc.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **LAMPIRAN 1**

Peta-Peta Masterplan





## MASTERPLAN ITS 2015

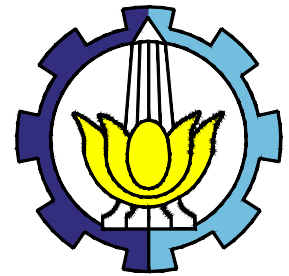
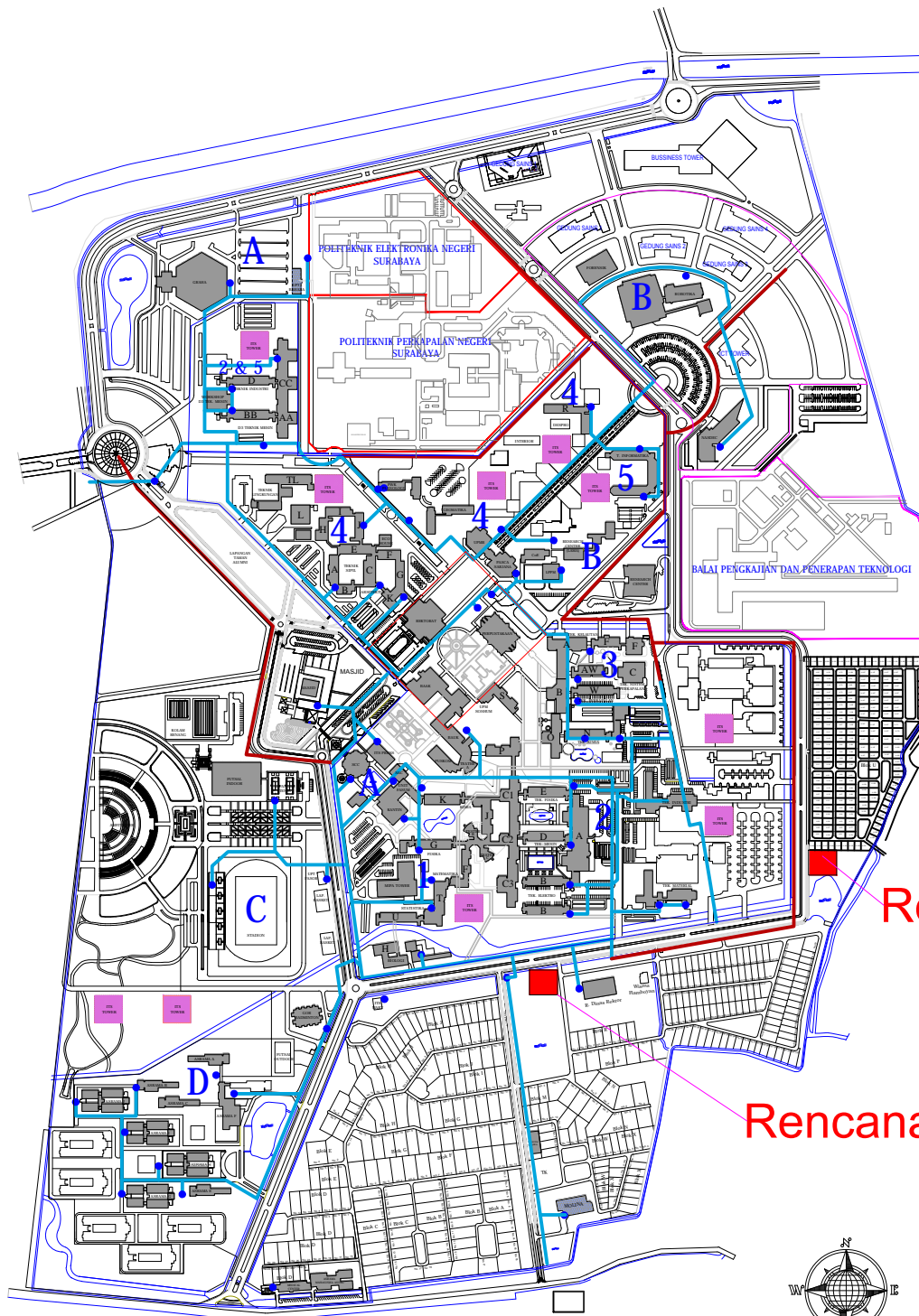
- RUANG TERBUKA HIJAU
- KOLAM PENAMPUNGAN AIR HUJAN
- RENCANA TOWER
- STYLE ARSITEKTUR ITS MONUMENTAL
- STYLE ARSITEKTUR ITS
- STYLE ARSITEKTUR HIGH TECH
- STYLE ARSITEKTUR BEBAS HARMONIS

### KETERANGAN

- 1. FMIPA (FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM)
- 2. FTI (FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI)
- 3. FTK (FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN)
- 4. FTSP (FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN)
- 5. FTIF (FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI)
- PIPA UTAMA AIR BERSIH EKSTING
- PIPA UTAMA AIR BERSIH RENCANA
- METER AIR
- TITIK BM (BENCH MARK)

- A. UNIT FASILITAS UMUM  
UPT BAHASA DAN BUDAYA  
UNIT PERCETAKAN & PENERBITAN  
SAC (STUDENT ADVISORY CENTER)
- B. LPPM (LEMBAGA PENELITIAN & PENGABDIAN MASY.)  
UPT PERPUSTAKAAN  
PASCA SARJANA
- C. UNIT FASILITAS OLAHRAGA
- D. UNIT ASRAMA
- JARINGAN LISTRIK 20 kV
- GARDU LISTRIK CSS
- TITIK ELEVASI

| PEMLIK PROYEK                                                                                                                                      | PEKERJAAN                                                                        | TIM PERENCANA                                                                                                                                                                                                                                          | JUDUL GAMBAR               | No Lembar | Jlh Lembar |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------|
| <br>KEMENTERIAN PENDIDIKAN dan KEBUDAYAAN<br>REPUBLIK INDONESIA | REVIEW MASTERPLAN<br>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER<br>SURABAYA<br>Th. 2015 | <br><b>INSTITUT TEKNOLOGI<br/>SEPULUH NOPEMBER</b><br><small>KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER<br/>J. AREF SUCIPION HARJO, SIKULOG, SURABAYA 60111</small> | <b>MASTER PLAN<br/>ITS</b> | <b>1</b>  | <b>2</b>   |
|                                                                                                                                                    |                                                                                  | SUMBER DATA<br>HASIL TIM REVIEW<br>MASTER PLAN ITS 2015                                                                                                                                                                                                |                            |           |            |



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

LOKASI RENCANA BANGUNAN  
PENGOLAHAN AIR MINUM ITS

LEGENDA

— PIPA UTAMA AIR BERSIH EKSTING  
— PIPA UTAMA AIR BERSIH RENCANA  
● METER AIR

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

JML. LEMBAR

2

2

MASTERPLAN ITS 2015

0 40 120 200 m  
20 80

## **LAMPIRAN 2**

Peraturan Baku Mutu Air Baku dan Air Minum





MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

**PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**

**NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010**

**TENTANG**

**PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,**

- Menimbang : a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
- b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



**MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA**

5. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
10. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
11. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdagangannya;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum;
13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1575/Menkes/Per/XI/2005 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 439/Menkes/Per/VI/2009;
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
15. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 922/Menkes/SK/VIII/2008 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota bidang Kesehatan;
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 852/Menkes/SK/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat;





MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor  
01/PRT/M/2009 tentang Penyelenggaraan  
Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Bukan  
Jaringan Perpipaan;

**MEMUTUSKAN:**

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI KESEHATAN TENTANG  
PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM.**

Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Penyelenggara air minum adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat dan/atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum.
3. Pemerintah daerah adalah gubernur, bupati, atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
4. Kantor Kesehatan Pelabuhan yang selanjutnya disingkat KKP adalah unit pelaksana teknis Kementerian Kesehatan di wilayah pelabuhan, bandara dan pos lintas batas darat.
5. Menteri adalah menteri yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang kesehatan.
6. Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang selanjutnya disingkat BPOM adalah badan yang bertugas di bidang pengawasan obat dan makanan sesuai peraturan perundang-undangan.

Pasal 2

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan.

Pasal 3

- (1) Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
- (2) Parameter wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.
- (3) Pemerintah daerah dapat menetapkan parameter tambahan sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

- (4) Parameter wajib dan parameter tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini.

Pasal 4

- (1) Untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi masyarakat dilakukan pengawasan kualitas air minum secara eksternal dan secara internal.
- (2) Pengawasan kualitas air minum secara eksternal merupakan pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota atau oleh KKP khusus untuk wilayah kerja KKP.
- (3) Pengawasan kualitas air minum secara internal merupakan pengawasan yang dilaksanakan oleh penyelenggara air minum untuk menjamin kualitas air minum yang diproduksi memenuhi syarat sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.
- (4) Kegiatan pengawasan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air, pengujian kualitas air, analisis hasil pemeriksaan laboratorium, rekomendasi dan tindak lanjut.
- (5) Ketentuan lebih lanjut mengenai tatalaksana pengawasan kualitas air minum ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 5

Menteri, Kepala BPOM, Kepala Dinas Kesehatan Propinsi dan Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaksanaan Peraturan ini sesuai dengan tugas dan fungsi masing-masing.

Pasal 6

Dalam rangka pembinaan dan pengawasan, Menteri dan Kepala BPOM dapat memerintahkan produsen untuk menarik produk air minum dari peredaran atau melarang pendistribusian air minum di wilayah tertentu yang tidak memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 7

Pemerintah atau pemerintah daerah sesuai kewenangannya memberikan sanksi administratif kepada penyelenggara air minum yang tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.

Pasal 8

Pada saat ditetapkannya Peraturan ini, maka Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum sepanjang mengenai persyaratan kualitas air minum dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta  
pada tanggal 19 April 2010

**MENTERI KESEHATAN,**

**ttd**

**dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH**





MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

## PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

### I. PARAMETER WAJIB

| No | Jenis Parameter                                            | Satuan                   | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----|------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 1  | Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan       |                          |                                   |
|    | a. Parameter Mikrobiologi                                  |                          |                                   |
|    | 1) E.Coli                                                  | Jumlah per 100 ml sampel | 0                                 |
|    | 2) Total Bakteri Koliform                                  | Jumlah per 100 ml sampel | 0                                 |
|    | b.Kimia an-organik                                         |                          |                                   |
|    | 1) Arsen                                                   | mg/l                     | 0,01                              |
|    | 2) Fluorida                                                | mg/l                     | 1,5                               |
|    | 3) Total Kromium                                           | mg/l                     | 0,05                              |
|    | 4) Kadmium                                                 | mg/l                     | 0,003                             |
|    | 5) Nitrit, (Sebagai $\text{NO}_2^-$ )                      | mg/l                     | 3                                 |
|    | 6) Nitrat, (Sebagai $\text{NO}_3^-$ )                      | mg/l                     | 50                                |
|    | 7) Sianida                                                 | mg/l                     | 0,07                              |
|    | 8) Selenium                                                | mg/l                     | 0,01                              |
| 2  | Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan |                          |                                   |
|    | a.Parameter Fisik                                          |                          |                                   |
|    | 1) Bau                                                     |                          | Tidak berbau                      |
|    | 2) Warna                                                   | TCU                      | 15                                |
|    | 3)Total zat padat terlarut (TDS)                           | mg/l                     | 500                               |
|    | 4) Kekeruhan                                               | NTU                      | 5                                 |
|    | 5) Rasa                                                    |                          | Tidak berasa                      |
|    | 6) Suhu                                                    | $^{\circ}\text{C}$       | suhu udara $\pm 3$                |
|    | b.Parameter Kimiawi                                        |                          |                                   |
|    | 1) Aluminium                                               | mg/l                     | 0,2                               |
|    | 2) Besi                                                    | mg/l                     | 0,3                               |
|    | 3) Kesadahan                                               | mg/l                     | 500                               |
|    | 4) Khlorida                                                | mg/l                     | 250                               |
|    | 5) Mangan                                                  | mg/l                     | 0,4                               |
|    | 6) pH                                                      |                          | 6,5-8,5                           |



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----|-----------------|--------|-----------------------------------|
|    | 7) Seng         | mg/l   | 3                                 |
|    | 8) Sulfat       | mg/l   | 250                               |
|    | 9) Tembaga      | mg/l   | 2                                 |
|    | 10) Amonia      | mg/l   | 1,5                               |

## II. PARAMETER TAMBAHAN

| No | Jenis Parameter                  | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----|----------------------------------|--------|-----------------------------------|
| 1. | KIMIAWI                          |        |                                   |
| a. | Bahan Anorganik                  |        |                                   |
|    | Air Raksa                        | mg/l   | 0,001                             |
|    | Antimon                          | mg/l   | 0,02                              |
|    | Barium                           | mg/l   | 0,7                               |
|    | Boron                            | mg/l   | 0,5                               |
|    | Molybdenum                       | mg/l   | 0,07                              |
|    | Nikel                            | mg/l   | 0,07                              |
|    | Sodium                           | mg/l   | 200                               |
|    | Timbal                           | mg/l   | 0,01                              |
|    | Uranium                          | mg/l   | 0,015                             |
| b. | Bahan Organik                    |        |                                   |
|    | Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> ) | mg/l   | 10                                |
|    | Deterjen                         | mg/l   | 0,05                              |
|    | Chlorinated alkanes              |        |                                   |
|    | Carbon tetrachloride             | mg/l   | 0,004                             |
|    | Dichloromethane                  | mg/l   | 0,02                              |
|    | 1,2-Dichloroethane               | mg/l   | 0,05                              |
|    | Chlorinated ethenes              |        |                                   |
|    | 1,2-Dichloroethene               | mg/l   | 0,05                              |
|    | Trichloroethene                  | mg/l   | 0,02                              |
|    | Tetrachloroethene                | mg/l   | 0,04                              |
|    | Aromatic hydrocarbons            |        |                                   |
|    | Benzene                          | mg/l   | 0,01                              |
|    | Toluene                          | mg/l   | 0,7                               |
|    | Xylenes                          | mg/l   | 0,5                               |
|    | Ethylbenzene                     | mg/l   | 0,3                               |
|    | Styrene                          | mg/l   | 0,02                              |
|    | Chlorinated benzenes             |        |                                   |
|    | 1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)    | mg/l   | 1                                 |
|    | 1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)    | mg/l   | 0,3                               |
|    | Lain-lain                        |        |                                   |
|    | Di(2-ethylhexyl)phthalate        | mg/l   | 0,008                             |
|    | Acrylamide                       | mg/l   | 0,0005                            |
|    | Epichlorohydrin                  | mg/l   | 0,0004                            |
|    | Hexachlorobutadiene              | mg/l   | 0,0006                            |





MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

| No | Jenis Parameter                                | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----|------------------------------------------------|--------|-----------------------------------|
|    | Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)         | mg/l   | 0,6                               |
|    | Nitrilotriacetic acid (NTA)                    | mg/l   | 0,2                               |
|    |                                                |        |                                   |
| c. | Pestisida                                      |        |                                   |
|    | Alachlor                                       | mg/l   | 0,02                              |
|    | Aldicarb                                       | mg/l   | 0,01                              |
|    | Aldrin dan dieldrin                            | mg/l   | 0,00003                           |
|    | Atrazine                                       | mg/l   | 0,002                             |
|    | Carbofuran                                     | mg/l   | 0,007                             |
|    | Chlordane                                      | mg/l   | 0,0002                            |
|    | Chlorotoluron                                  | mg/l   | 0,03                              |
|    | DDT                                            | mg/l   | 0,001                             |
|    | 1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)            | mg/l   | 0,001                             |
|    | 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)         | mg/l   | 0,03                              |
|    | 1,2-Dichloropropane                            | mg/l   | 0,04                              |
|    | Isoproturon                                    | mg/l   | 0,009                             |
|    | Lindane                                        | mg/l   | 0,002                             |
|    | MCPA                                           | mg/l   | 0,002                             |
|    | Methoxychlor                                   | mg/l   | 0,02                              |
|    | Metolachlor                                    | mg/l   | 0,01                              |
|    | Molinate                                       | mg/l   | 0,006                             |
|    | Pendimethalin                                  | mg/l   | 0,02                              |
|    | Pentachlorophenol (PCP)                        | mg/l   | 0,009                             |
|    | Permethrin                                     | mg/l   | 0,3                               |
|    | Simazine                                       | mg/l   | 0,002                             |
|    | Trifluralin                                    | mg/l   | 0,02                              |
|    | Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA |        |                                   |
|    | 2,4-DB                                         | mg/l   | 0,090                             |
|    | Dichlorprop                                    | mg/l   | 0,10                              |
|    | Fenoprop                                       | mg/l   | 0,009                             |
|    | Mecoprop                                       | mg/l   | 0,001                             |
|    | 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid              | mg/l   | 0,009                             |
|    |                                                |        |                                   |
| d. | Desinfektan dan Hasil Sampingannya             |        |                                   |
|    | Desinfektan                                    |        |                                   |
|    | Chlorine                                       | mg/l   | 5                                 |
|    | Hasil sampingan                                |        |                                   |
|    | Bromate                                        | mg/l   | 0,01                              |
|    | Chlorate                                       | mg/l   | 0,7                               |
|    | Chlorite                                       | mg/l   | 0,7                               |
|    | Chlorophenols                                  |        |                                   |
|    | 2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)             | mg/l   | 0,2                               |
|    | Bromoform                                      | mg/l   | 0,1                               |
|    | Dibromochloromethane (DBCM)                    | mg/l   | 0,1                               |
|    | Bromodichloromethane (BDCM)                    | mg/l   | 0,06                              |
|    | Chloroform                                     | mg/l   | 0,3                               |





MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

| No | Jenis Parameter                | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----|--------------------------------|--------|-----------------------------------|
|    | Chlorinated acetic acids       |        |                                   |
|    | Dichloroacetic acid            | mg/l   | 0,05                              |
|    | Trichloroacetic acid           | mg/l   | 0,02                              |
|    | Chloral hydrate                |        |                                   |
|    | Halogenated acetonitriles      |        |                                   |
|    | Dichloroacetonitrile           | mg/l   | 0,02                              |
|    | Dibromoacetonitrile            | mg/l   | 0,07                              |
|    | Cyanogen chloride (sebagai CN) | mg/l   | 0,07                              |
|    |                                |        |                                   |
| 2. | RADIOAKTIFITAS                 |        |                                   |
|    |                                |        |                                   |
|    | Gross alpha activity           | Bq/l   | 0,1                               |
|    | Gross beta activity            | Bq/l   | 1                                 |

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN  
PERATURAN PEMERINTAH  
NOMOR 82 TAHUN 2001  
TANGGAL 14 Desember 2001  
TENTANG PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN  
PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

| PARAMETER                 | SATUAN | KELAS     |           |           |           | Keterangan                                                                                      |
|---------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |        | I         | II        | III       | IV        |                                                                                                 |
| FISIKA                    |        |           |           |           |           |                                                                                                 |
| Temperatur                | °C     | deviasi 3 | deviasi 3 | deviasi 3 | deviasi 5 | Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya                                                      |
| Residu Terlarut           | mg/L   | 1000      | 1000      | 1000      | 2000      |                                                                                                 |
| Residu Tersuspensi        | mg/L   | 50        | 50        | 400       | 400       | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L                   |
| KIMIA ANORGANIK           |        |           |           |           |           |                                                                                                 |
| pH                        |        | 6 - 9     | 6 - 9     | 6 - 9     | 5 - 9     | Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah    |
| BOD                       | mg/L   | 2         | 3         | 6         | 12        |                                                                                                 |
| COD                       | mg/L   | 10        | 25        | 50        | 100       |                                                                                                 |
| DO                        | mg/L   | 6         | 4         | 3         | 0         | Angka batas minimum                                                                             |
| Total fosfat sbg P        | mg/L   | 0,2       | 0,2       | 1         | 5         |                                                                                                 |
| NO <sub>3</sub> sebagai N | mg/L   | 10        | 10        | 20        | 20        |                                                                                                 |
| NH <sub>3</sub> -N        | mg/L   | 0,5       | (-)       | (-)       | (-)       | Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH <sub>3</sub> |
| Arsen                     | mg/L   | 0,05      | 1         | 1         | 1         |                                                                                                 |
| Kobalt                    | mg/L   | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 0,2       |                                                                                                 |
| Barium                    | mg/L   | 1         | (-)       | (-)       | (-)       |                                                                                                 |
| Boron                     | mg/L   | 1         | 1         | 1         | 1         |                                                                                                 |
| Selenium                  | mg/L   | 0,01      | 0,05      | 0,05      | 0,05      |                                                                                                 |
| Kadmium                   | mg/L   | 0,01      | 0,01      | 0,01      | 0,01      |                                                                                                 |
| Khrom (VI)                | mg/L   | 0,05      | 0,05      | 0,05      | 1         |                                                                                                 |
| Tembaga                   | mg/L   | 0,02      | 0,02      | 0,02      | 0,2       | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L                                      |
| Besi                      | mg/L   | 0,3       | (-)       | (-)       | (-)       | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L                                      |
| Timbal                    | mg/L   | 0,03      | 0,03      | 0,03      | 1         | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L                                    |



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 2 -

| PARAMETER                         | SATUAN     | KELAS |       |       |       | Keterangan                                                                                                            |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |            | I     | II    | III   | IV    |                                                                                                                       |
| FISIKA                            |            |       |       |       |       |                                                                                                                       |
| Mangan                            | mg/L       | 0.1   | (-)   | (-)   | (-)   |                                                                                                                       |
| Air Raksa                         | mg/L       | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,005 |                                                                                                                       |
| Seng                              | mg/L       | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 2     | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L                                                            |
| Khlorida                          | mg/L       | 600   | (-)   | (-)   | (-)   |                                                                                                                       |
| Sianida                           | mg/L       | 0,02  | 0,02  | 0,02  | (-)   |                                                                                                                       |
| Fluorida                          | mg/L       | 0,5   | 1,5   | 1,5   | (-)   |                                                                                                                       |
| Nitrit sebagai N                  | mg/L       | 0,06  | 0,06  | 0,06  | (-)   | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> -N ≤ 1 mg/L                                            |
| Sulfat                            | mg/L       | 400   | (-)   | (-)   | (-)   |                                                                                                                       |
| Khlorin bebas                     | mg/L       | 0,03  | 0,03  | 0,03  | (-)   | Bagi ABAM tidak dipersyaratkan                                                                                        |
| Belerang sebagai H <sub>2</sub> S | mg/L       | 0,002 | 0,002 | 0,002 | (-)   | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H <sub>2</sub> S < 0,1 mg/L                                  |
| MIKROBIOLOGI                      |            |       |       |       |       |                                                                                                                       |
| - Fecal coliform                  | Jml/100 ml | 100   | 1000  | 2000  | 2000  | Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform ≤ 2000 jml/100 mL dan Total coliform ≤ 10000 jml/100 mL |
| - Total coliform                  | Jml/100 ml | 1000  | 5000  | 10000 | 10000 |                                                                                                                       |
| RADIOAKTIVITAS                    |            |       |       |       |       |                                                                                                                       |
| - Gross- A                        | Bq/L       | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |                                                                                                                       |
| - Gross- B                        | Bq/L       | 1     | 1     | 1     | 1     |                                                                                                                       |
| KIMIA ORGANIK                     |            |       |       |       |       |                                                                                                                       |
| Minyak dan Lemak                  | ug/L       | 1000  | 1000  | 1000  | (-)   |                                                                                                                       |
| Detergen sebagai MBAS             | ug/L       | 200   | 200   | 200   | (-)   |                                                                                                                       |
| Senyawa Fenol sebagai fenol       | ug/L       | 1     | 1     | 1     | (-)   |                                                                                                                       |
| BHC                               | ug/L       | 210   | 210   | 210   | (-)   |                                                                                                                       |
| Aldrin /Dieldrin                  | ug/L       | 17    | (-)   | (-)   | (-)   |                                                                                                                       |
| Chlordane                         | ug/L       | 3     | (-)   | (-)   | (-)   |                                                                                                                       |
| DDT                               | ug/L       | 2     | 2     | 2     | 2     |                                                                                                                       |

Heptachlor ...



PRESIDEN  
REPUBLIK INDONESIA

- 3 -

| PARAMETER                         | SATUAN | KELAS |     |     |     | Keterangan |
|-----------------------------------|--------|-------|-----|-----|-----|------------|
|                                   |        | I     | II  | III | IV  |            |
| FISIKA                            |        |       |     |     |     |            |
| Heptachlor dan heptachlor epoxide | ug/L   | 18    | (-) | (-) | (-) |            |
| Lindane                           | ug/L   | 56    | (-) | (-) | (-) |            |
| Methoxychlor                      | ug/L   | 35    | (-) | (-) | (-) |            |
| Endrin                            | ug/L   | 1     | 4   | 4   | (-) |            |
| Toxaphan                          | ug/L   | 5     | (-) | (-) | (-) |            |

**Keterangan:**

mg = milligram

ug = mikrogram

ml = mililiter

L = Liter

Bq = Bequerel

MBAS = Methylene Blue Active Substance

ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut

Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.

Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.

Nilai DO merupakan batas minimum.

Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termaksud, parameter tersebut tidak dipersyaratkan

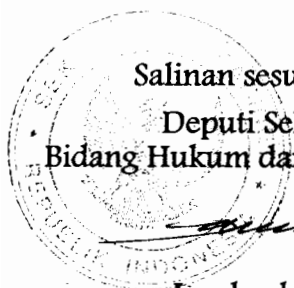
Tanda  $\leq$  adalah lebih kecil atau sama dengan

Tanda  $<$  adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

ttd

MEGAWATI SOEKARNOPUTRI



Salinan sesuai dengan aslinya

Deputi Sekretaris Kabinet  
Bidang Hukum dan Perundang-undangan,

Lambock V. Nahattands

### **LAMPIRAN 3**


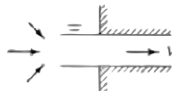
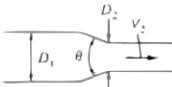
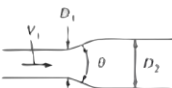
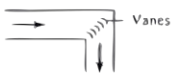
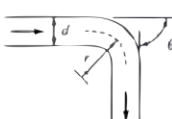
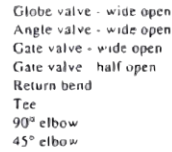
Konstanta dan Hasil Laboratorium

### Densitas dan Viskositas Air

| Suhu<br>(°C) | Densitas, $\rho$<br>(gram/cm <sup>3</sup> ) | Viskositas Absolut, $\mu$ |                         | Viskositas<br>Kinematis, $\nu$<br>(m <sup>2</sup> /det.) |
|--------------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|
|              |                                             | (N.det/m <sup>2</sup> )   | (gram/cm-detik)         |                                                          |
| 0            | 0,99987                                     | $1,7921 \times 10^{-3}$   | $1,7921 \times 10^{-2}$ | $1,7923 \times 10^{-6}$                                  |
| 1            | 0,99993                                     | $1,7320 \times 10^{-3}$   | $1,7320 \times 10^{-2}$ | $1,7321 \times 10^{-6}$                                  |
| 2            | 0,99997                                     | $1,6740 \times 10^{-3}$   | $1,6740 \times 10^{-2}$ | $1,6741 \times 10^{-6}$                                  |
| 3            | 0,99999                                     | $1,6193 \times 10^{-3}$   | $1,6193 \times 10^{-2}$ | $1,6193 \times 10^{-6}$                                  |
| 4            | 1,00000                                     | $1,5676 \times 10^{-3}$   | $1,5676 \times 10^{-2}$ | $1,5676 \times 10^{-6}$                                  |
| 5            | 0,99999                                     | $1,5188 \times 10^{-3}$   | $1,5188 \times 10^{-2}$ | $1,5188 \times 10^{-6}$                                  |
| 6            | 0,99997                                     | $1,4726 \times 10^{-3}$   | $1,4726 \times 10^{-2}$ | $1,4726 \times 10^{-6}$                                  |
| 7            | 0,99993                                     | $1,4288 \times 10^{-3}$   | $1,4288 \times 10^{-2}$ | $1,4289 \times 10^{-6}$                                  |
| 8            | 0,99988                                     | $1,3872 \times 10^{-3}$   | $1,3872 \times 10^{-2}$ | $1,3874 \times 10^{-6}$                                  |
| 9            | 0,99981                                     | $1,3476 \times 10^{-3}$   | $1,3476 \times 10^{-2}$ | $1,3479 \times 10^{-6}$                                  |
| 10           | 0,99973                                     | $1,3097 \times 10^{-3}$   | $1,3097 \times 10^{-2}$ | $1,3101 \times 10^{-6}$                                  |
| 11           | 0,99963                                     | $1,2735 \times 10^{-3}$   | $1,2735 \times 10^{-2}$ | $1,2740 \times 10^{-6}$                                  |
| 12           | 0,99952                                     | $1,2390 \times 10^{-3}$   | $1,2390 \times 10^{-2}$ | $1,2396 \times 10^{-6}$                                  |
| 13           | 0,99940                                     | $1,2061 \times 10^{-3}$   | $1,2061 \times 10^{-2}$ | $1,2068 \times 10^{-6}$                                  |
| 14           | 0,99927                                     | $1,1748 \times 10^{-3}$   | $1,1748 \times 10^{-2}$ | $1,1757 \times 10^{-6}$                                  |
| 15           | 0,99913                                     | $1,1447 \times 10^{-3}$   | $1,1447 \times 10^{-2}$ | $1,1457 \times 10^{-6}$                                  |
| 16           | 0,99897                                     | $1,1156 \times 10^{-3}$   | $1,1156 \times 10^{-2}$ | $1,1168 \times 10^{-6}$                                  |
| 17           | 0,99880                                     | $1,0876 \times 10^{-3}$   | $1,0876 \times 10^{-2}$ | $1,0889 \times 10^{-6}$                                  |
| 18           | 0,99862                                     | $1,0603 \times 10^{-3}$   | $1,0603 \times 10^{-2}$ | $1,0618 \times 10^{-6}$                                  |
| 19           | 0,99843                                     | $1,0340 \times 10^{-3}$   | $1,0340 \times 10^{-2}$ | $1,0356 \times 10^{-6}$                                  |
| 20           | 0,99823                                     | $1,0087 \times 10^{-3}$   | $1,0087 \times 10^{-2}$ | $1,0105 \times 10^{-6}$                                  |
| 21           | 0,99802                                     | $0,9843 \times 10^{-3}$   | $0,9843 \times 10^{-2}$ | $0,9863 \times 10^{-6}$                                  |
| 22           | 0,99780                                     | $0,9608 \times 10^{-3}$   | $0,9608 \times 10^{-2}$ | $0,9629 \times 10^{-6}$                                  |
| 23           | 0,99757                                     | $0,9380 \times 10^{-3}$   | $0,9380 \times 10^{-2}$ | $0,9403 \times 10^{-6}$                                  |
| 24           | 0,99733                                     | $0,9161 \times 10^{-3}$   | $0,9161 \times 10^{-2}$ | $0,9186 \times 10^{-6}$                                  |
| 25           | 0,99707                                     | $0,8949 \times 10^{-3}$   | $0,8949 \times 10^{-2}$ | $0,8975 \times 10^{-6}$                                  |
| 26           | 0,99681                                     | $0,8746 \times 10^{-3}$   | $0,8746 \times 10^{-2}$ | $0,8774 \times 10^{-6}$                                  |
| 27           | 0,99654                                     | $0,8551 \times 10^{-3}$   | $0,8551 \times 10^{-2}$ | $0,8581 \times 10^{-6}$                                  |
| 28           | 0,99626                                     | $0,8363 \times 10^{-3}$   | $0,8363 \times 10^{-2}$ | $0,8394 \times 10^{-6}$                                  |
| 29           | 0,99597                                     | $0,8181 \times 10^{-3}$   | $0,8181 \times 10^{-2}$ | $0,8214 \times 10^{-6}$                                  |
| 30           | 0,99568                                     | $0,8004 \times 10^{-3}$   | $0,8004 \times 10^{-2}$ | $0,8039 \times 10^{-6}$                                  |
| 31           | 0,99537                                     | $0,7834 \times 10^{-3}$   | $0,7834 \times 10^{-2}$ | $0,7870 \times 10^{-6}$                                  |
| 32           | 0,99505                                     | $0,7670 \times 10^{-3}$   | $0,7670 \times 10^{-2}$ | $0,7708 \times 10^{-6}$                                  |
| 33           | 0,99473                                     | $0,7511 \times 10^{-3}$   | $0,7511 \times 10^{-2}$ | $0,7551 \times 10^{-6}$                                  |
| 34           | 0,99440                                     | $0,7357 \times 10^{-3}$   | $0,7357 \times 10^{-2}$ | $0,7398 \times 10^{-6}$                                  |
| 35           | 0,99406                                     | $0,7208 \times 10^{-3}$   | $0,7208 \times 10^{-2}$ | $0,7251 \times 10^{-6}$                                  |

Sumber: Reynolds dan Richards (1996)

**Table 5-3 Representative Loss Coefficients for Various Transitions and Fittings**

| Description            | Sketch                                                                              | Additional Data         | K                    |                      | Source |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|--------|
| Pipe entrance          |    | $r/d$                   | $K_e$                |                      | (7)    |
|                        |                                                                                     | 0.0<br>0.1<br>>0.2      | 0.50<br>0.12<br>0.03 |                      |        |
| $h_L = K_e V^2/2g$     |    |                         | 1.00                 |                      |        |
| Contraction            |    | $D_2/D_1$               | $K_C$                | $K_C$                | (7)    |
|                        |                                                                                     |                         | $\theta = 60^\circ$  | $\theta = 180^\circ$ |        |
|                        |                                                                                     | 0.0                     | 0.08                 | 0.50                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.20                    | 0.08                 | 0.49                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.40                    | 0.07                 | 0.42                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.60                    | 0.06                 | 0.32                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.80                    | 0.05                 | 0.18                 |        |
| $h_L = K_C V_2^2/2g$   |                                                                                     | 0.90                    | 0.04                 | 0.10                 |        |
| Expansion              |    | $D_1/D_2$               | $K_E$                | $K_E$                | (7)    |
|                        |                                                                                     |                         | $\theta = 10^\circ$  | $\theta = 180^\circ$ |        |
|                        |                                                                                     | 0.0                     |                      | 1.00                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.20                    | 0.13                 | 0.92                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.40                    | 0.11                 | 0.72                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.60                    | 0.06                 | 0.42                 |        |
|                        |                                                                                     | 0.80                    | 0.03                 | 0.16                 |        |
| 90° miter bend         |    | Without vanes           | $K_b = 1.1$          |                      | (42)   |
|                        |                                                                                     | With vanes              | $K_b = 0.2$          |                      | (42)   |
| Smooth bend            |   | $r/d$                   | $K_b$                | $K_b$                | (14)   |
|                        |                                                                                     |                         | $\theta = 45^\circ$  | $\theta = 90^\circ$  |        |
|                        |                                                                                     | 1                       | 0.10                 | 0.35                 | (22)   |
|                        |                                                                                     | 2                       | 0.09                 | 0.19                 | and    |
|                        |                                                                                     | 4                       | 0.10                 | 0.16                 | (30)   |
| Threaded pipe fittings |  | Globe valve - wide open | $K_v = 10.0$         |                      |        |
|                        |                                                                                     | Angle valve - wide open | $K_v = 5.0$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | Gate valve - wide open  | $K_v = 0.2$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | Gate valve - half open  | $K_v = 5.6$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | Return bend             | $K_b = 2.2$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | Tee                     | $K_t = 1.8$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | 90° elbow               | $K_b = 0.9$          |                      |        |
|                        |                                                                                     | 45° elbow               | $K_b = 0.4$          |                      |        |



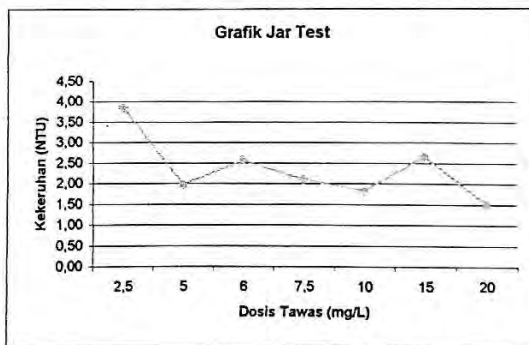
**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

## DATA PERCOBAAN JAR TES

Asal Sampel : Air Waduk  
Pemilik : Sdr. Eko Ary Priambodo  
Dikirim Tanggal : 20 Juni 2016  
Kekeruhan Awal : 5,97 NTU  
TSS Awal : 42 mg/L  
Salinias : 0,37 ppt  
Deterjen : 0,00 mg/L LAS

| Perlakuan                      | Percobaan ke |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                | 1            | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       |
| Volume Sampel (Liter)          | 1            | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| Dosis Tawas (mg/L)             | 2,5          | 5       | 6       | 7,5     | 10      | 15      | 20      |
| Pengadukan cepat 100 rpm       | 1 menit      | 1 menit | 1 menit | 1 menit | 1 menit | 1 menit | 1 menit |
| Pengadukan lambat 50 rpm       | 5 menit      | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit |
| Pengendapan 0 rpm              | 5 menit      | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit | 5 menit |
| - pH                           | 7,00         | 6,65    | 6,65    | 6,60    | 6,45    | 6,20    | 5,60    |
| - Kekeruhan (NTU)              | 3,86         | 1,98    | 2,56    | 2,10    | 1,83    | 2,66    | 1,51    |
| Kecepatan Mengendap (cm/menit) | -            | 1,2     | -       | -       | -       | -       | -       |
| Volume Lumpur (mL/L)           | -            | 4       | -       | -       | -       | -       | -       |

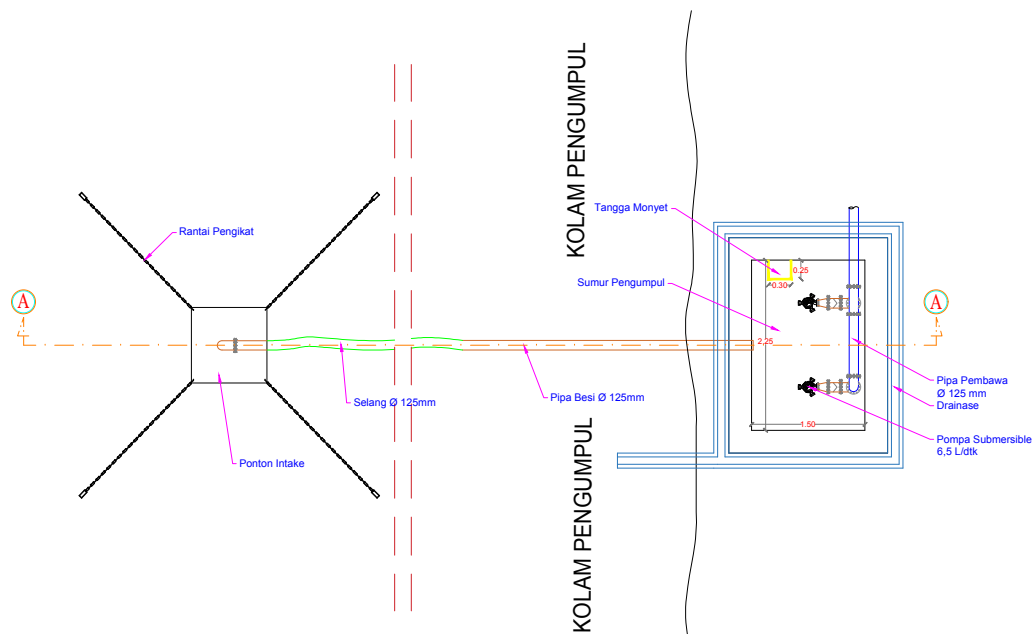


Surabaya, 24 Juni 2016  
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan  
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS  
*[Signature]*  
Prof. Dr. Ir. Nicke Kamaningroem, MSc  
NIP. 195501281985032001

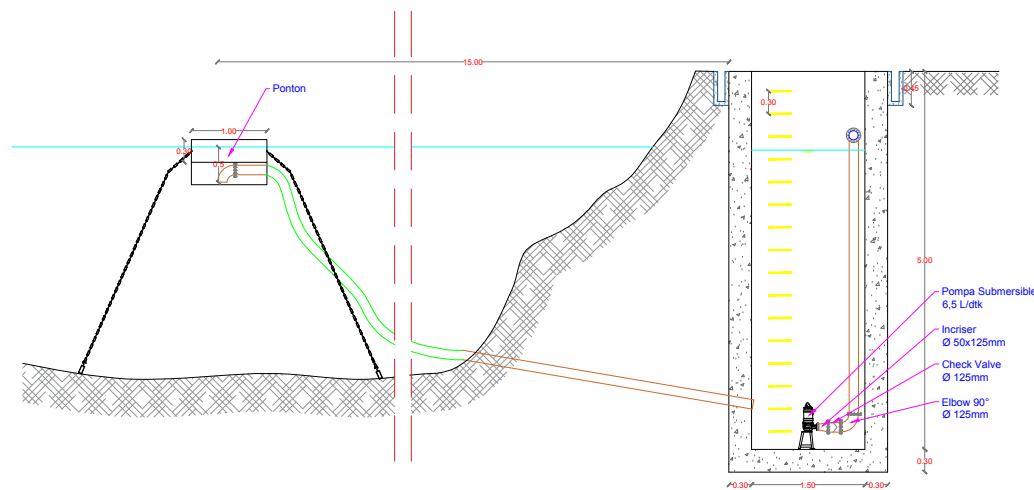


## **LAMPIRAN 4**

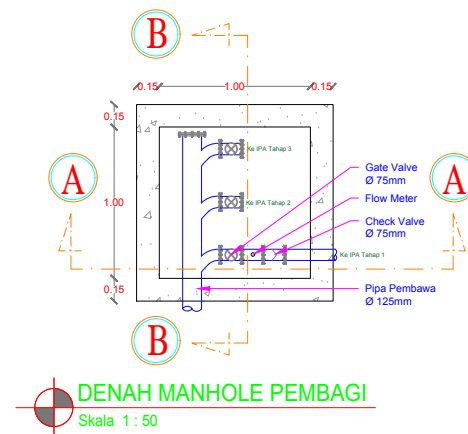
Gambar Detail Engineering Design



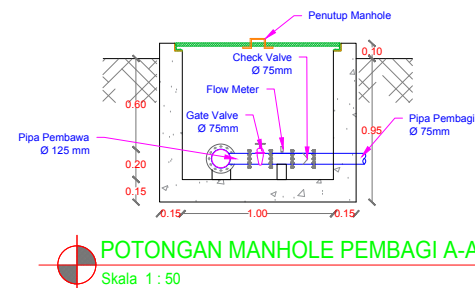
**DENAH INTAKE**  
Skala 1 : 100



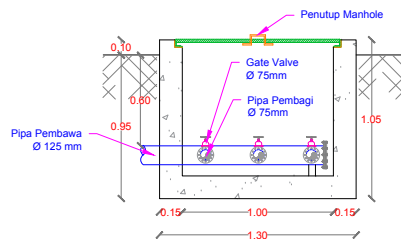
**POTONGAN INTAKE A-A**  
Skala 1 : 100



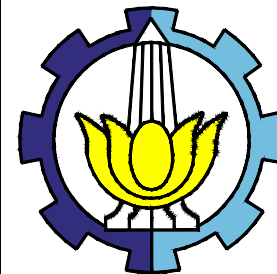
**DENAH MANHOLE PEMBAGI**  
Skala 1 : 50



**POTONGAN MANHOLE PEMBAGI A-A**  
Skala 1 : 50



**POTONGAN MANHOLE PEMBAGI B-B**  
Skala 1 : 50



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Detail Engineering Design  
Unit Intake dan Manhole Pembagi

LEGENDA

- : Tanah
- : Beton
- : Gate Valve
- : Elbow 90°
- : Cek Valve
- : Pompa Submersible
- : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

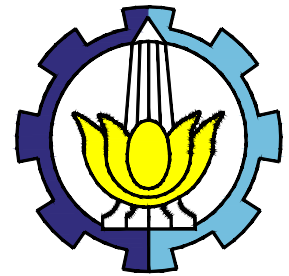
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

JML. LEMBAR

1

21



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Detail Engineering Design  
Unit IPA

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

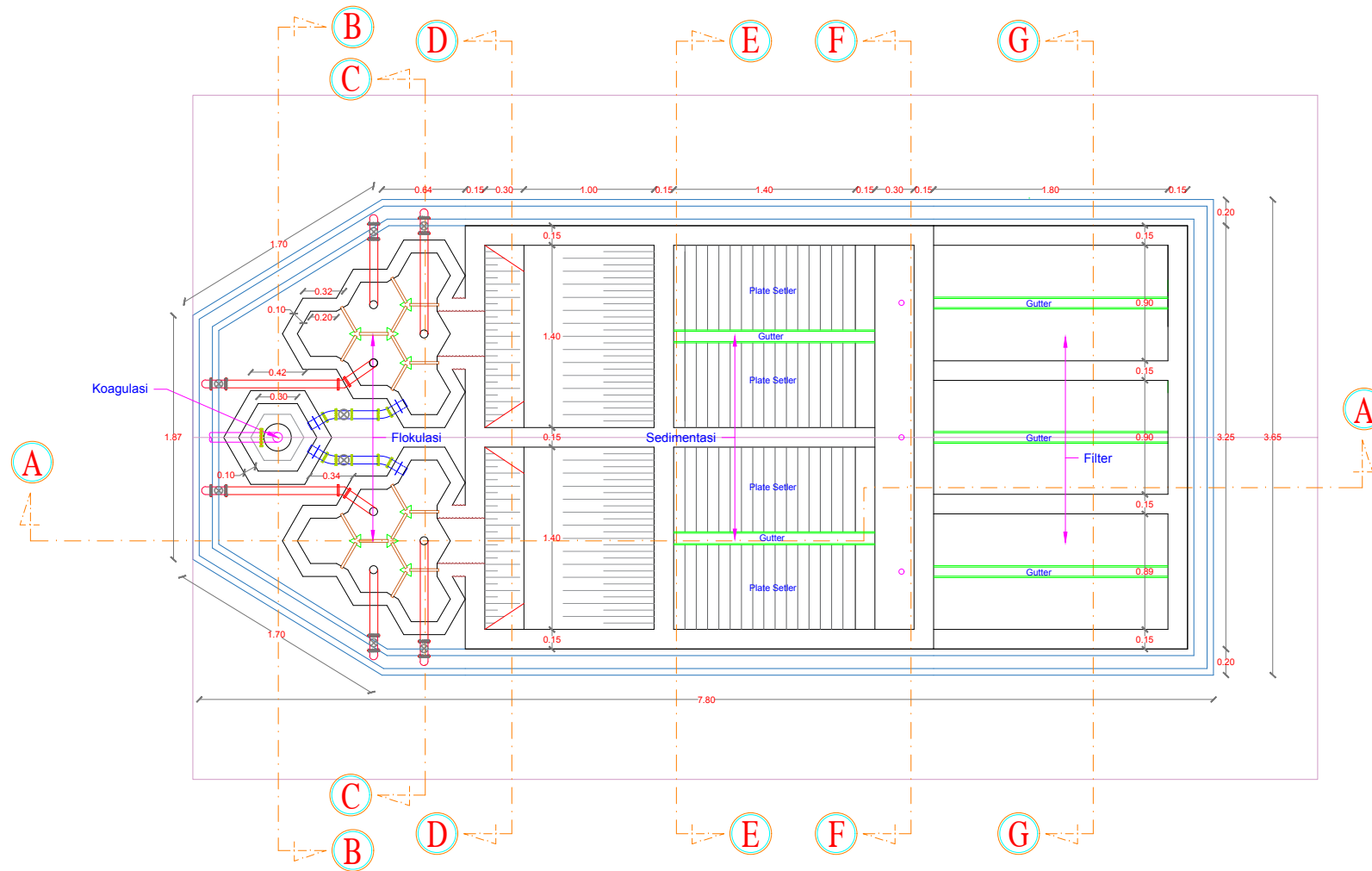
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

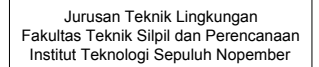
2

JML. LEMBAR






21



**DENAH IPA**  
Skala 1 : 50



Potongan Memanjang  
Unit IPA

 : Tanah  
 : Beton  
 : Gate Valve  
 : Elbow 90°  
 : Cek Valve

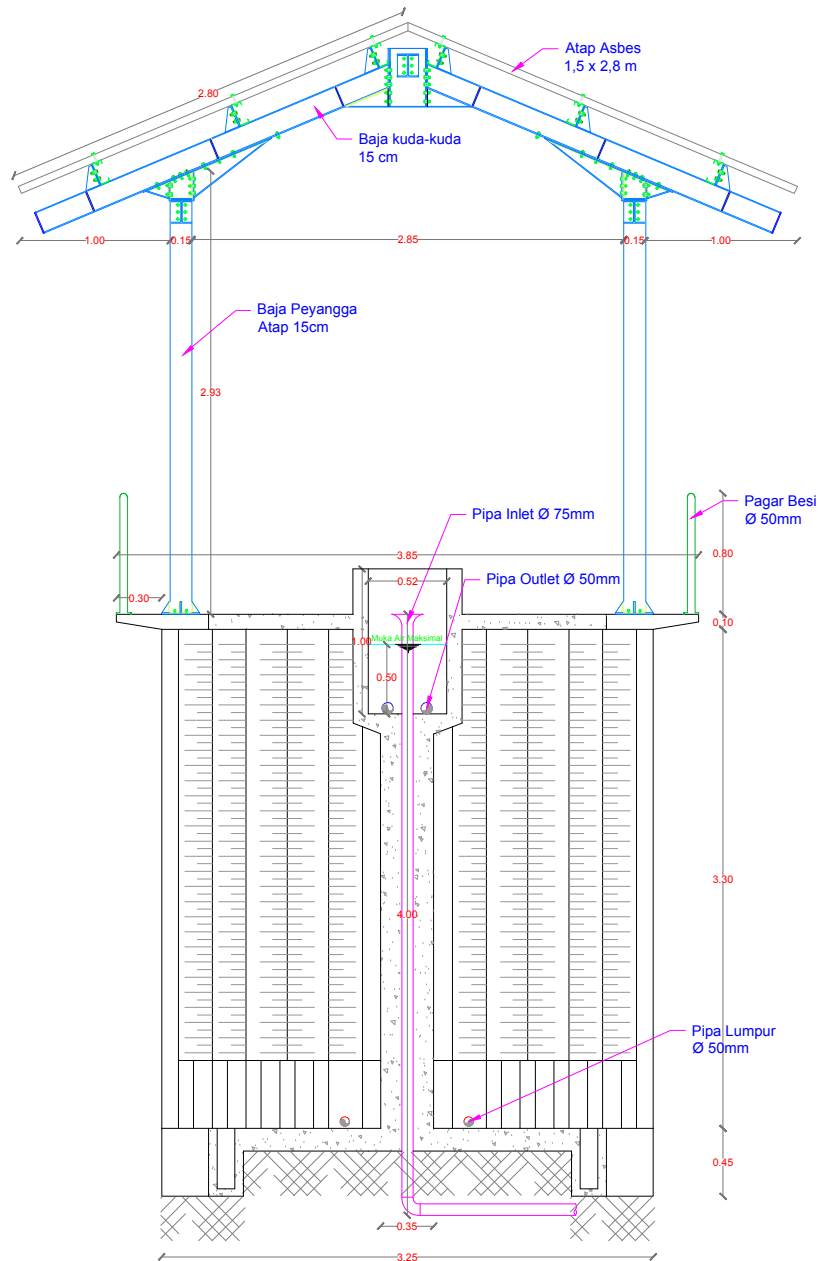
Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

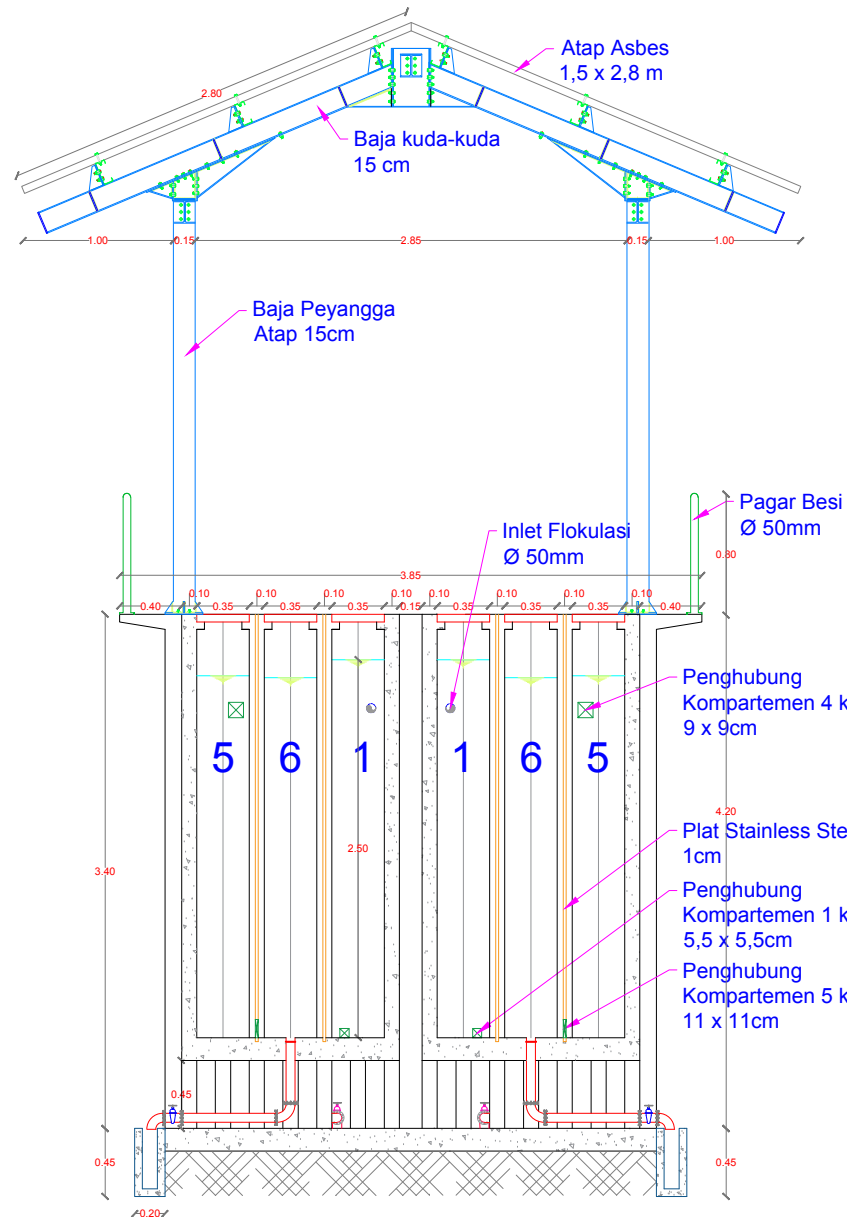
JML. LEMBAR

21

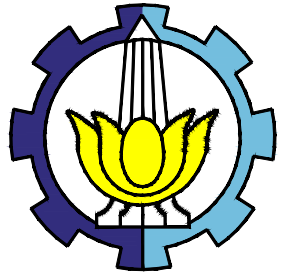




**POTONGAN B-B**  
Skala 1 : 50



**POTONGAN C-C**  
Skala 1 : 50








Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit IPA

## LEGENDA

-  : Tanah  
 : Beton  
 : Gate Valve  
 : Elbow 90°  
 : Cek Valve

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

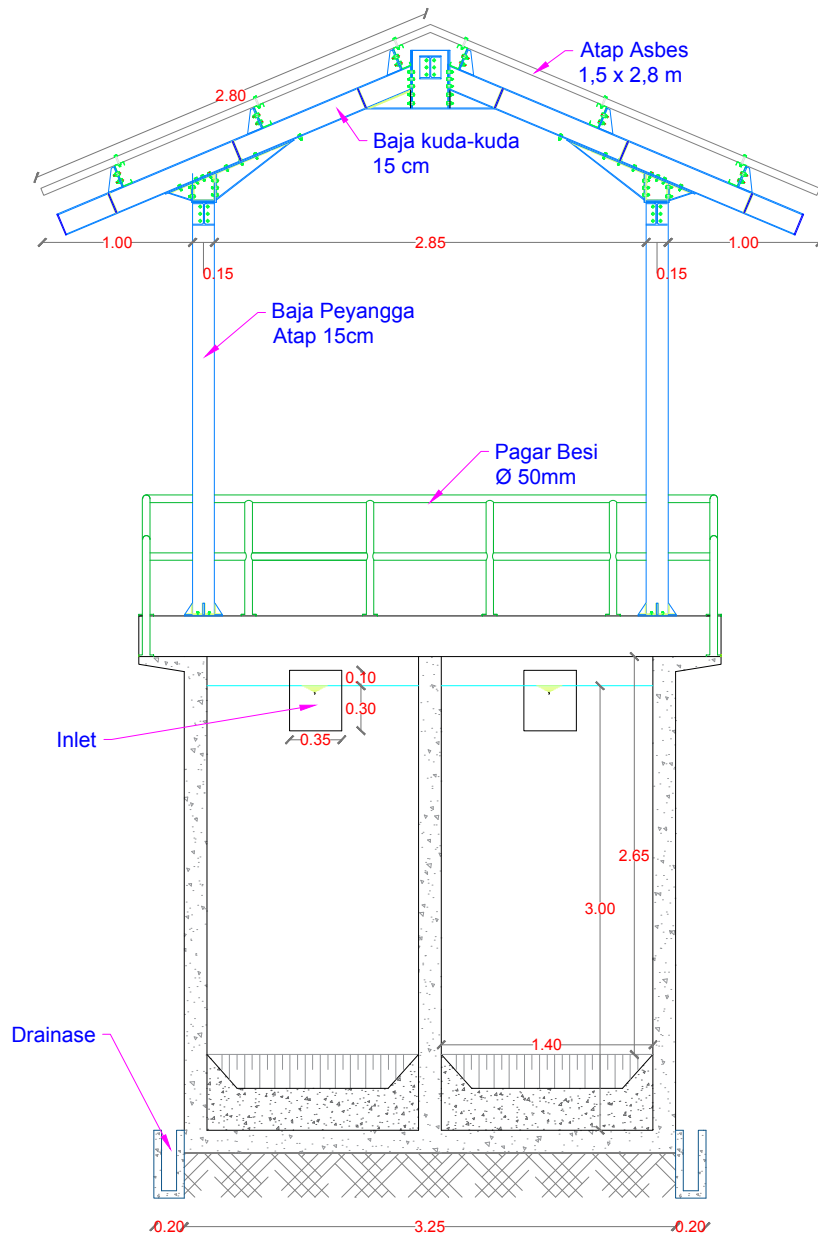
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

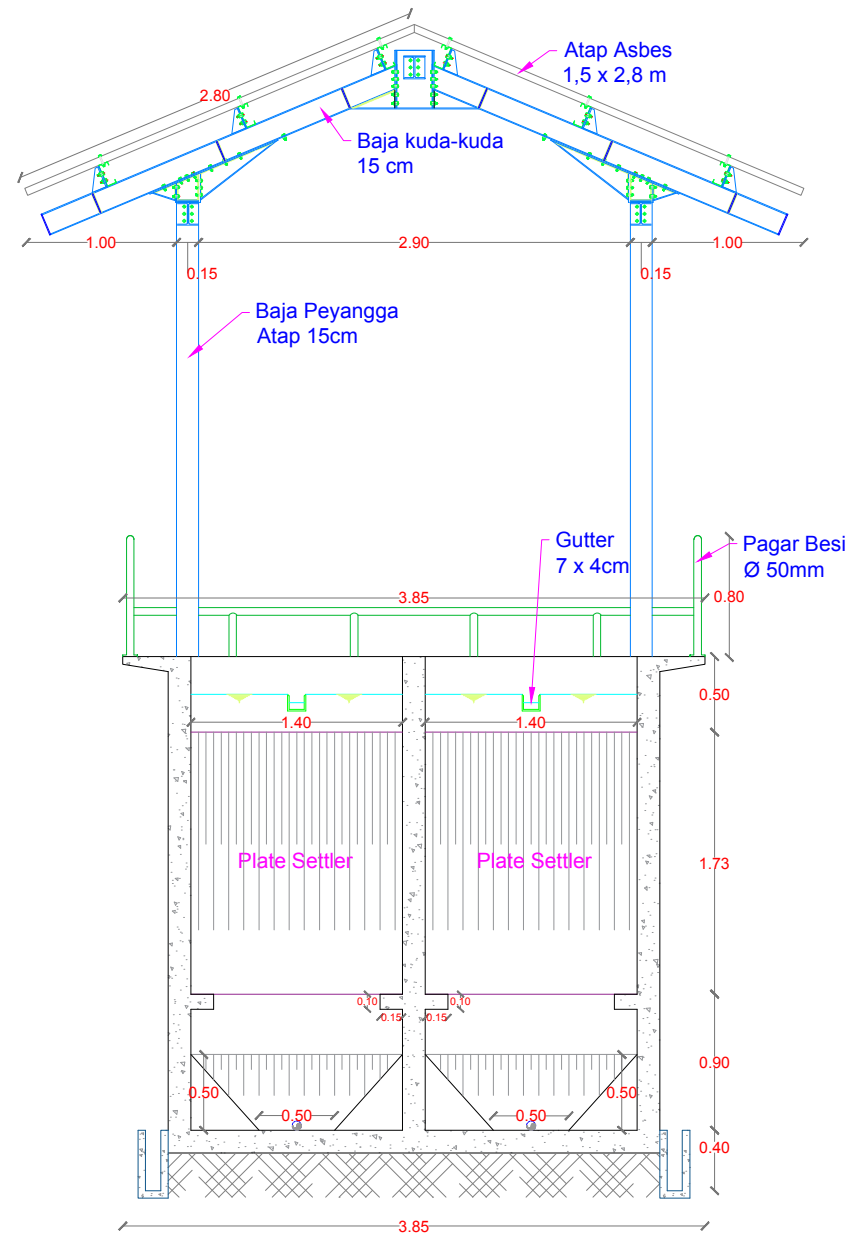
JML. LEMBAR

4

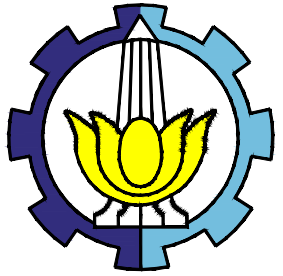
21



**POTONGAN D-D**  
Skala 1 : 50



**POTONGAN E-E**  
Skala 1 : 50



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Potongan Unit IPA

LEGENDA

- : Tanah
- : Beton
- : Gate Valve
- : Elbow 90°
- : Cek Valve

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

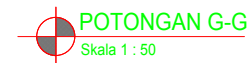
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

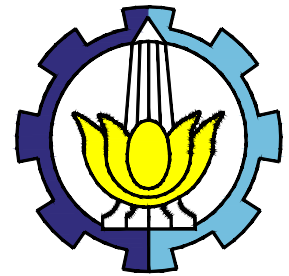
NO LEMBAR

JML. LEMBAR

5

21








Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Denah Saluran Unit IPA

LEGENDA

-  : Gate Valve  
 : Elbow 90°  
 : Cek Valve

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

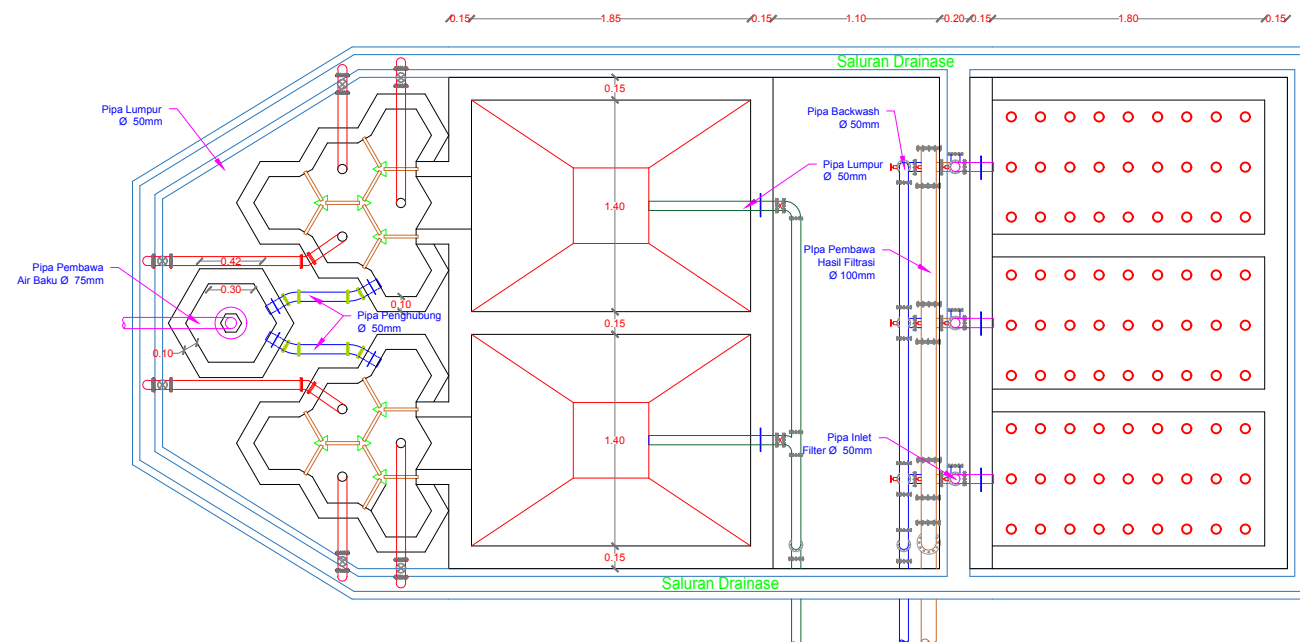
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

7

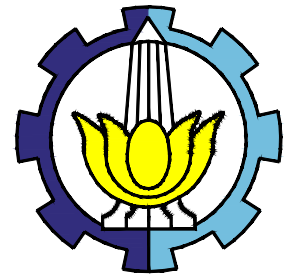
JML. LEMBAR

21



 **DENAH SALURAN**  
Skala 1 : 50





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Denah Lantai Atas Unit IPA

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

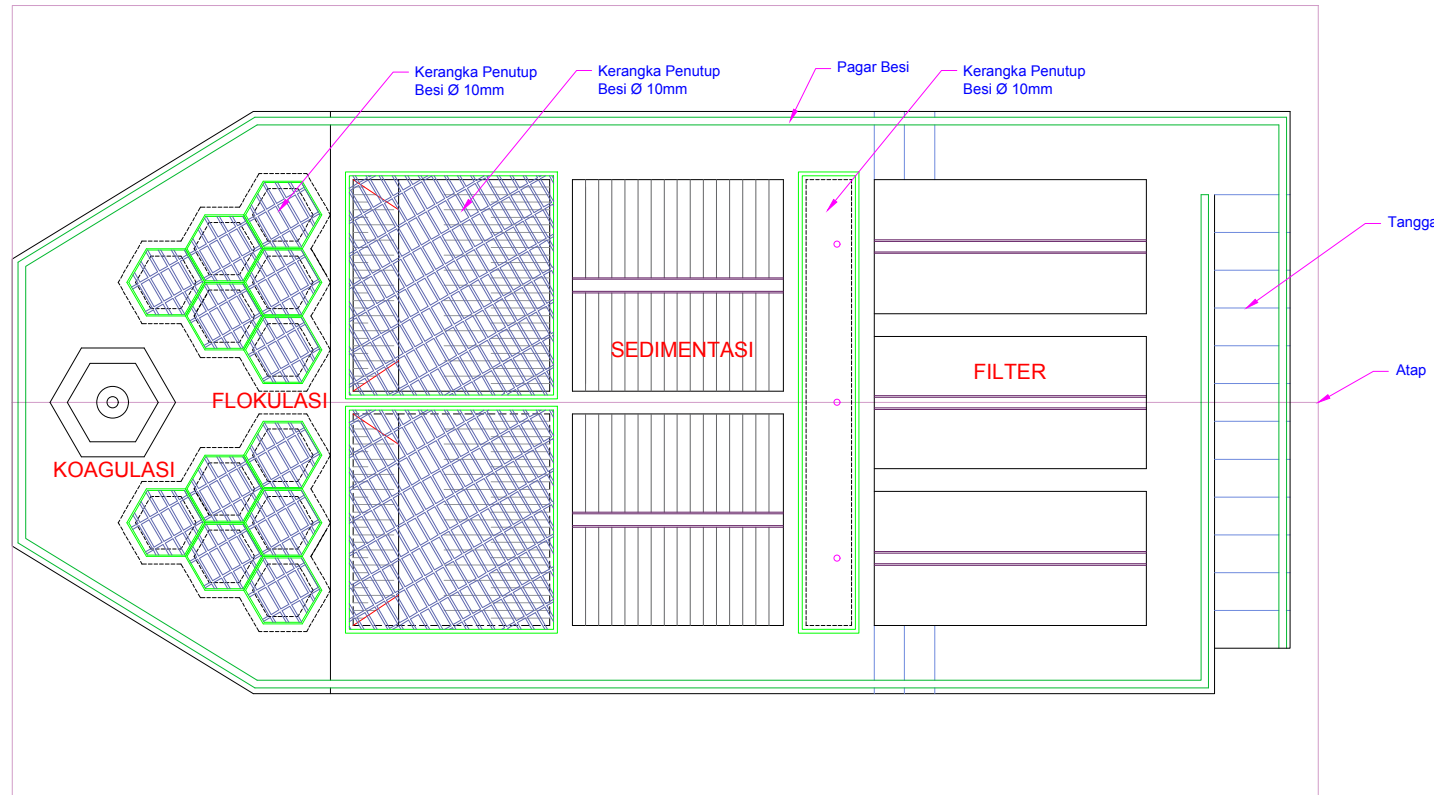
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

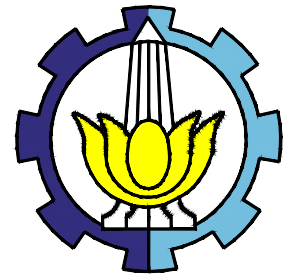
JML. LEMBAR

8

21



**DENAH LANTAI ATAS**  
Skala 1 : 50








Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Tampak Unit IPA

LEGENDA

-  : Tanah
-  : Beton
-  : Gate Valve
-  : Elbow 90°
-  : Cek Valve

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

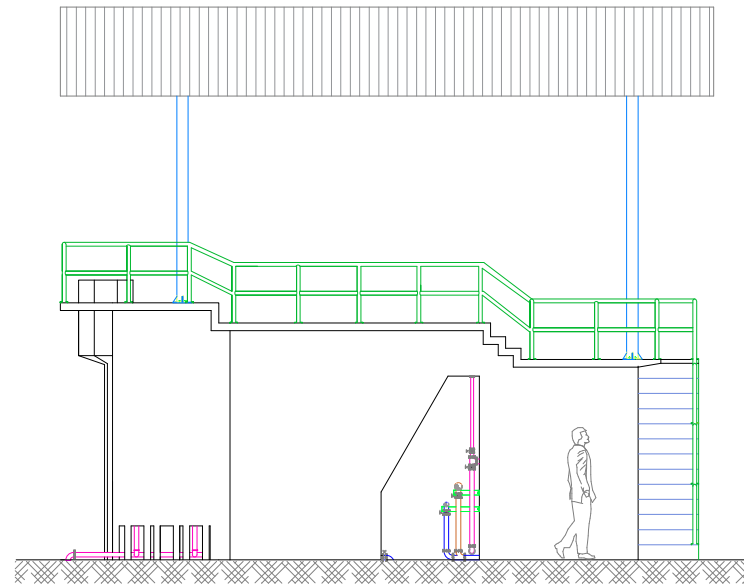
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

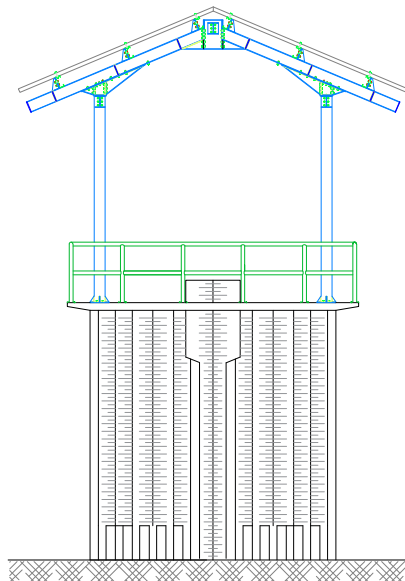
JML. LEMBAR

9

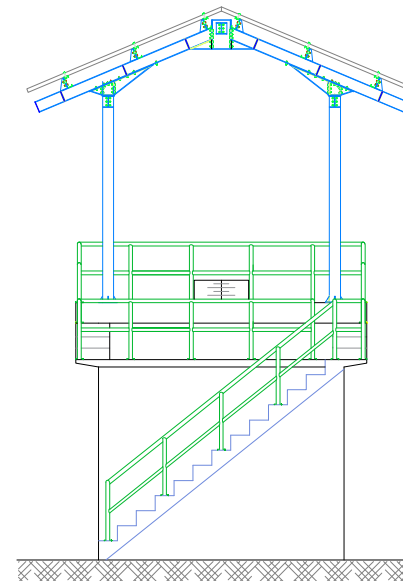
21



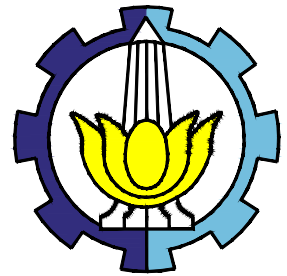
 **IPA TAMPAK SAMPING**  
Skala 1 : 100



 **IPA TAMPAK DEPAN**  
Skala 1 : 100



 **IPA TAMPAK BELAKANG**  
Skala 1 : 100



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Detail Engineering Design  
Unit Reservoir dan Rumah Pompa

LEGENDA

- : Tanah
- : Beton
- : Gate Valve
- : Elbow 90°
- : Cek Valve
- : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

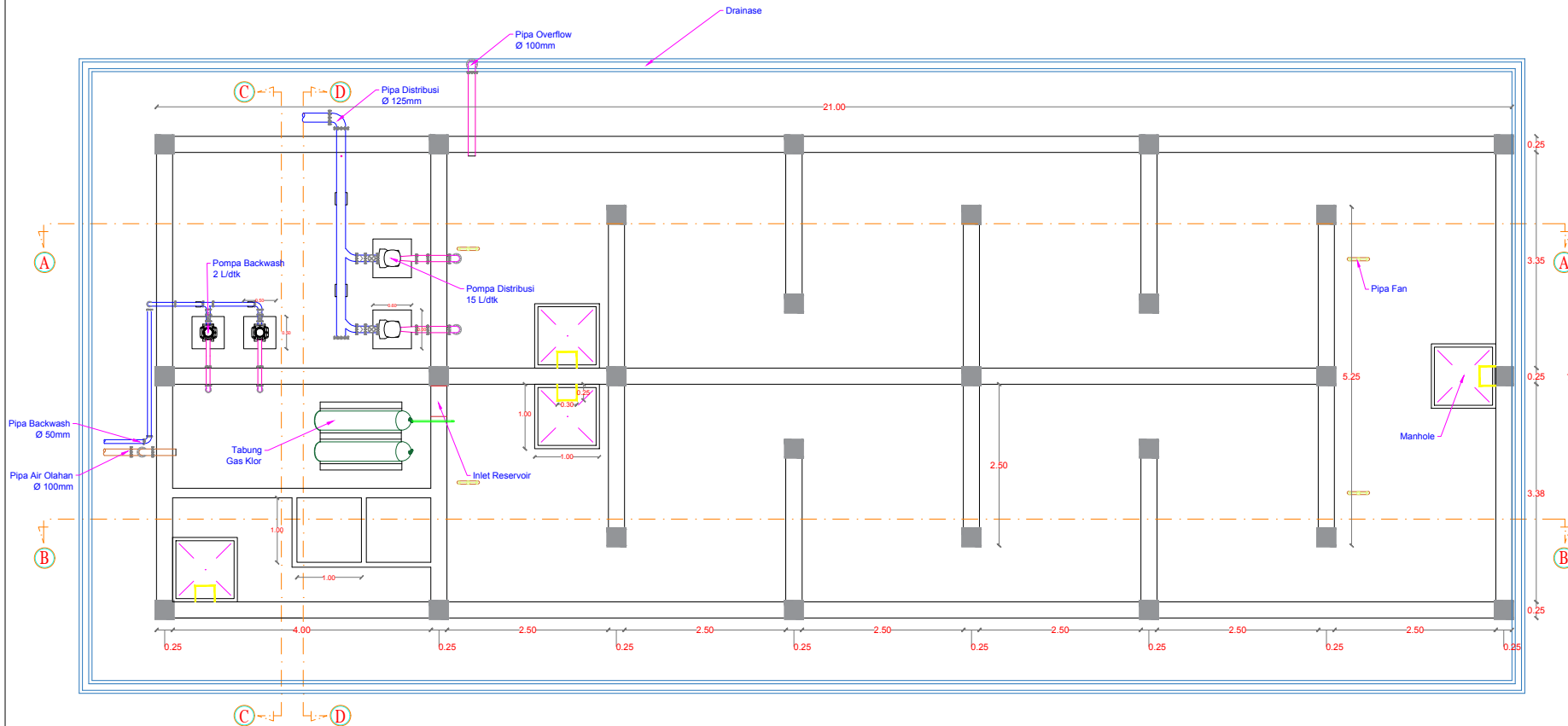
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

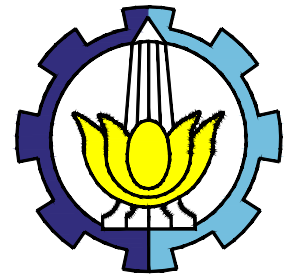
JML. LEMBAR

10

21



**DENAH RESERVOIR DAN RUMAH POMPA**  
Skala 1 : 100





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


JUDUL GAMBAR

Denah Lantai 2  
Unit Reservoir dan Rumah Pompa

LEGENDA

 : Tanah

 : Beton

 : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

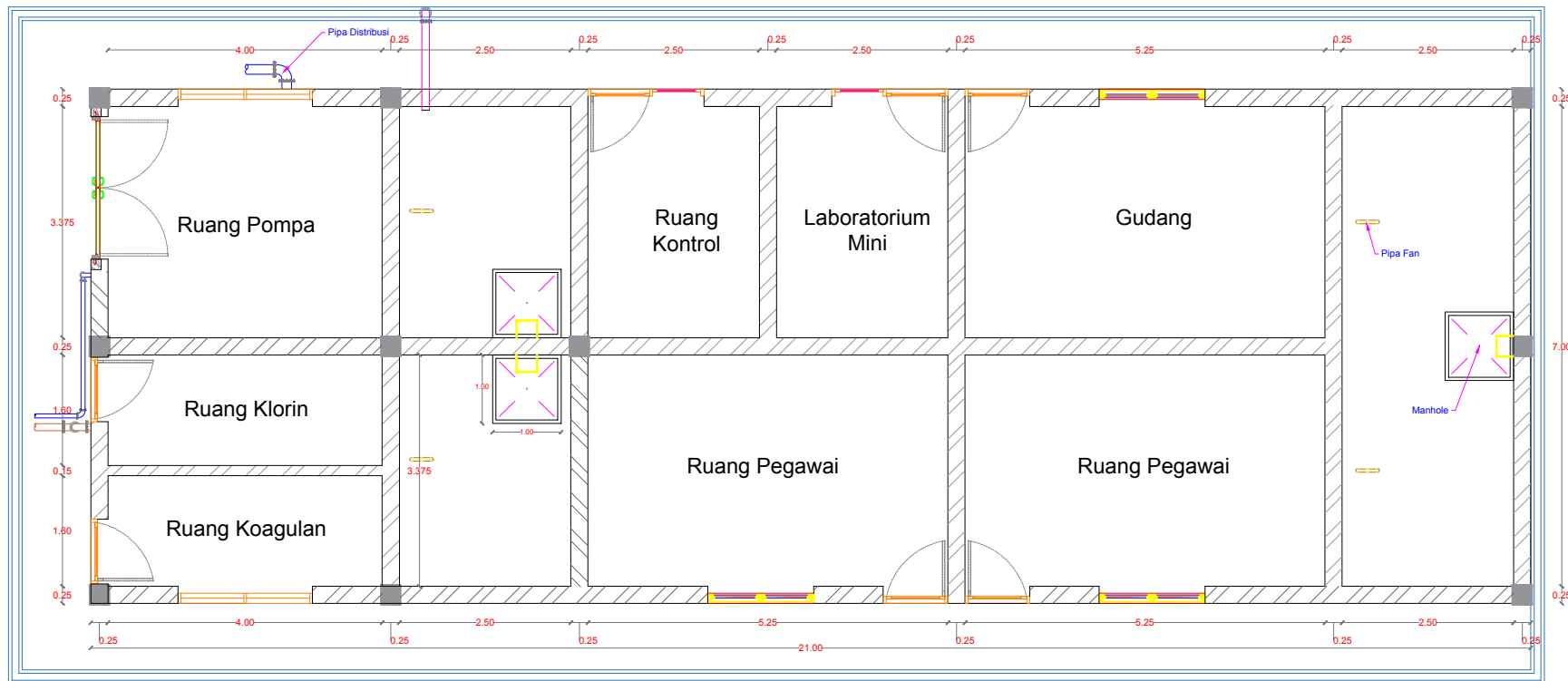
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

JML. LEMBAR

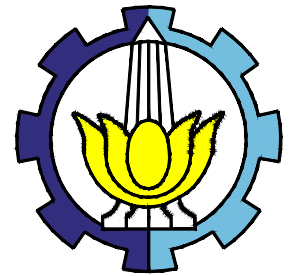
11

21



DENAH UTILITAS RESERVOIR DAN RUMAH POMPA LANTAI 2

Skala 1 : 100









Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Potongan Reservoir dan  
Rumah Pompa

LEGENDA

-  : Tanah
-  : Beton
-  : Gate Valve
-  : Elbow 90°
-  : Cek Valve
-  : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

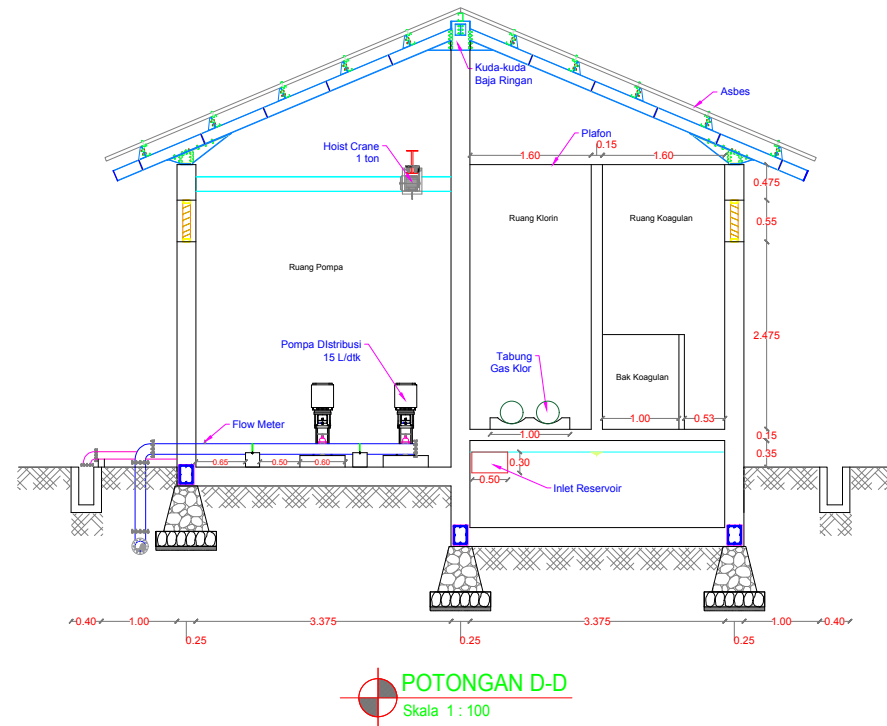
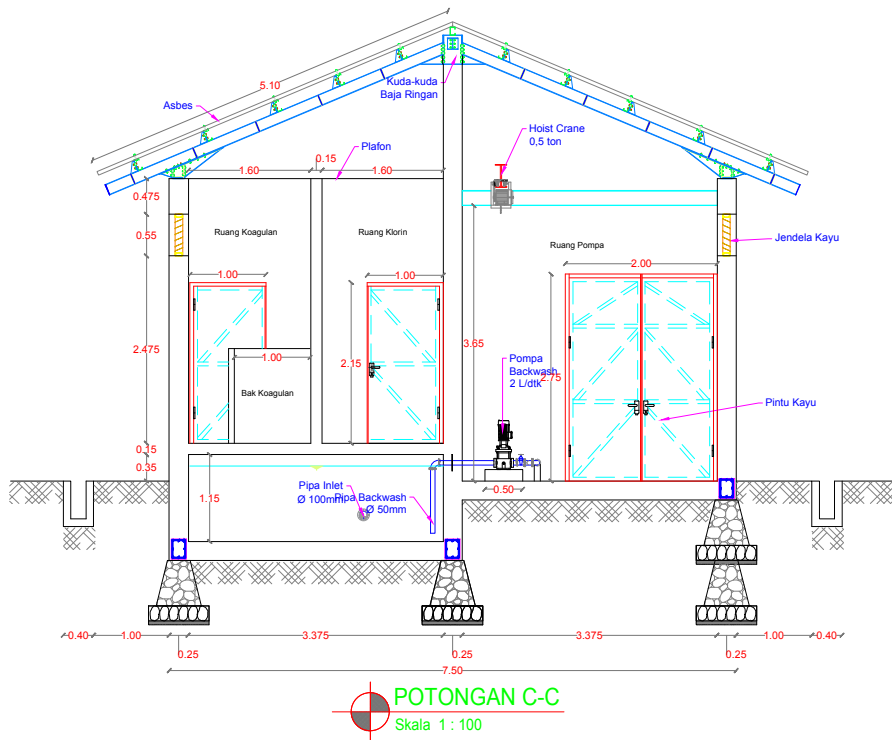
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

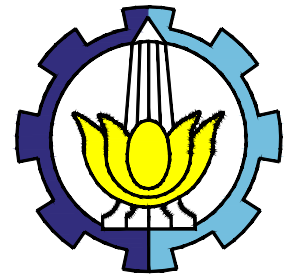
NO LEMBAR

JML. LEMBAR

12

21





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang  
Reservoir dan Rumah Pompa

LEGENDA

- : Tanah
- : Beton
- : Gate Valve
- : Elbow 90°
- : Cek Valve
- : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

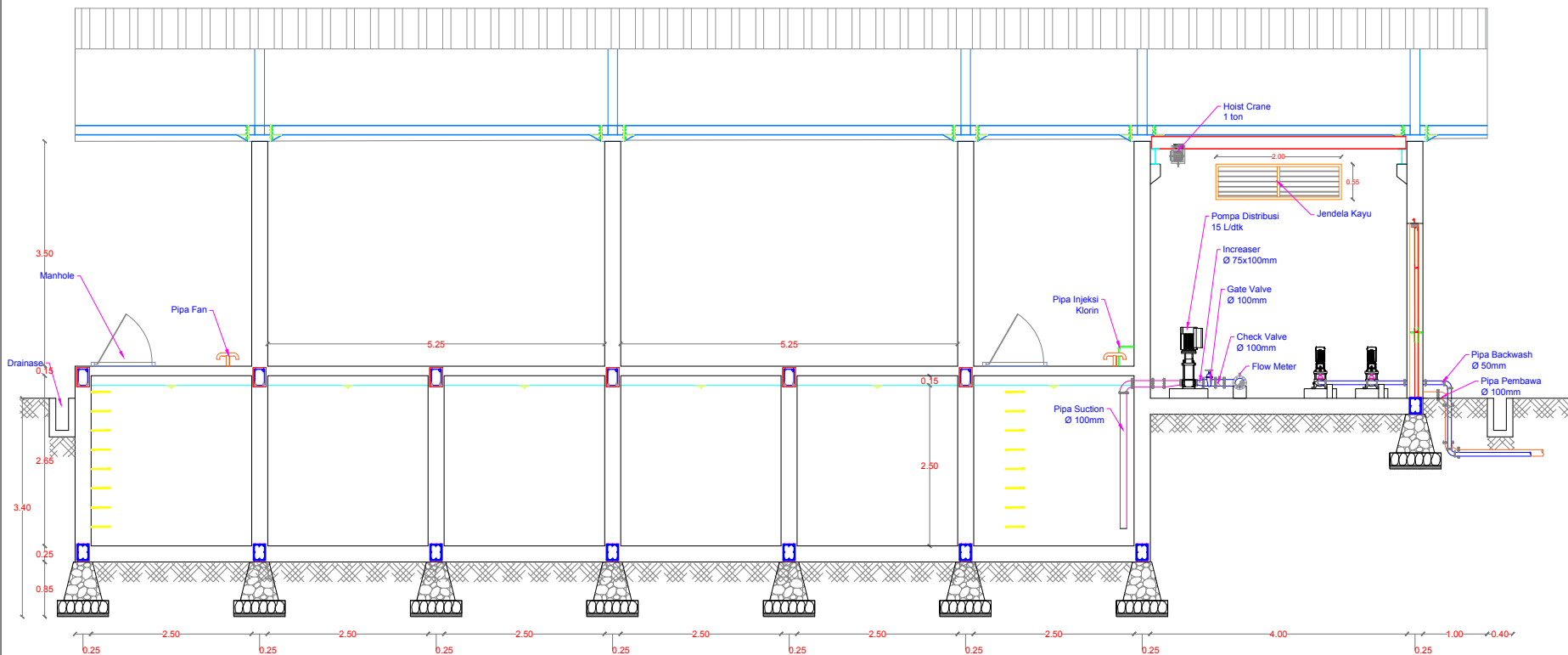
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

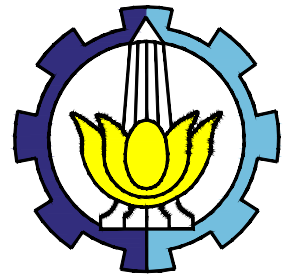
JML. LEMBAR

13

21



**POTONGAN A-A**  
Skala 1 : 100






Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang  
Reservoir dan Rumah Pompa

LEGENDA

-  : Tanah
-  : Beton
-  : Tangga Monyet

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

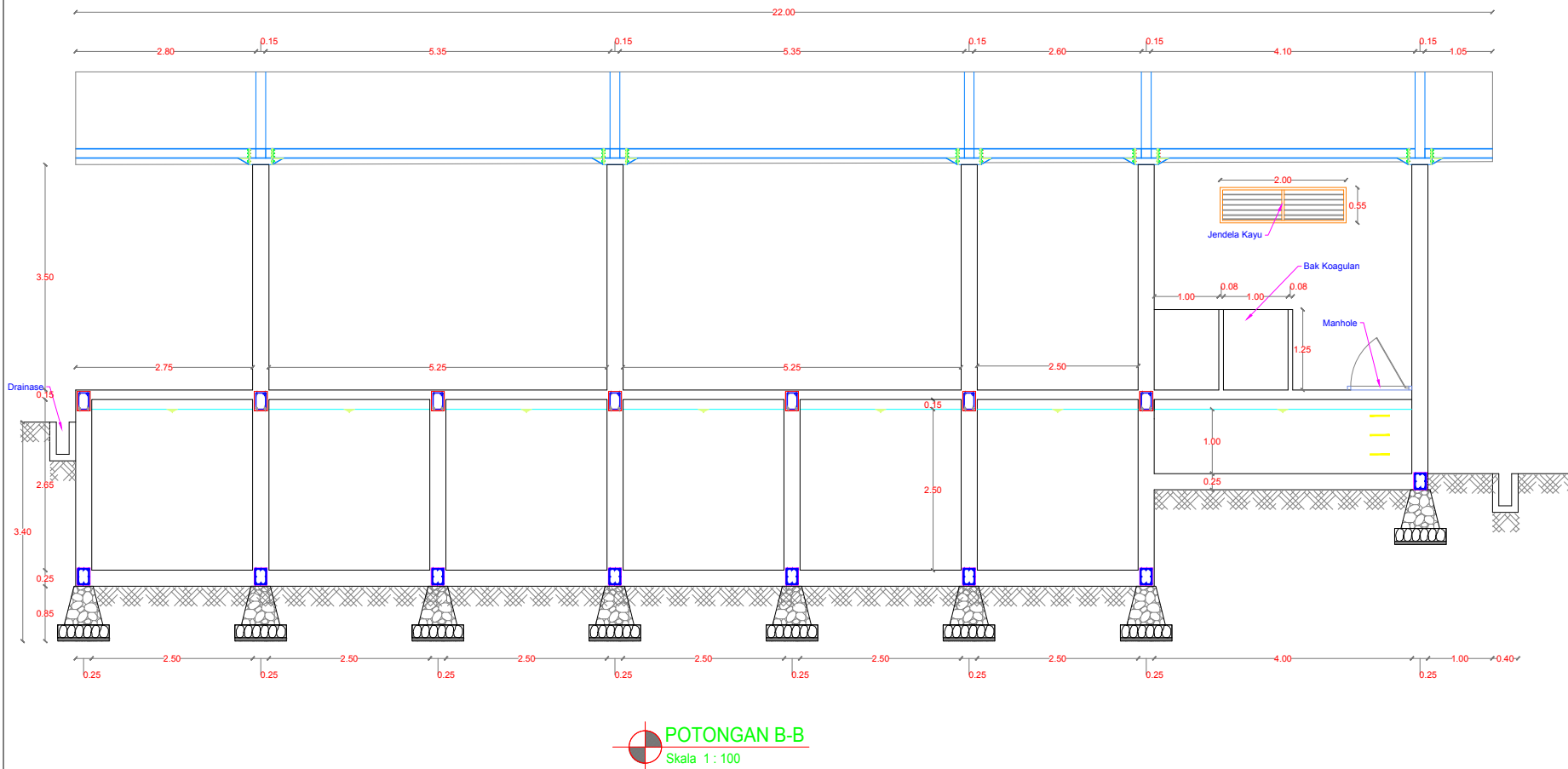
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

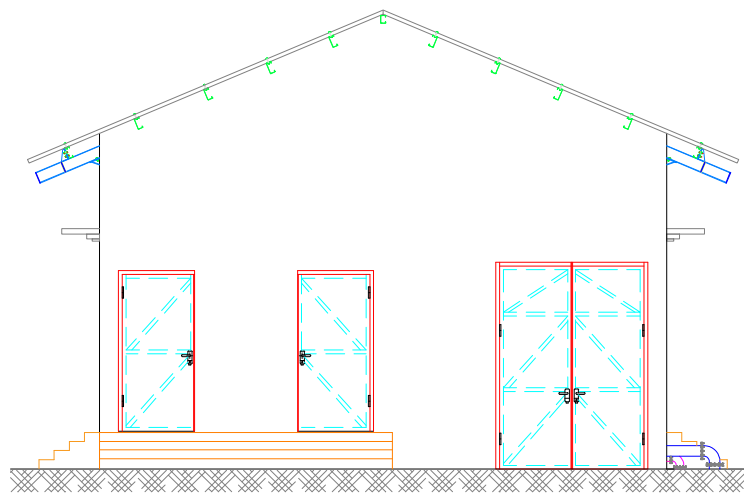
NO LEMBAR

JML. LEMBAR

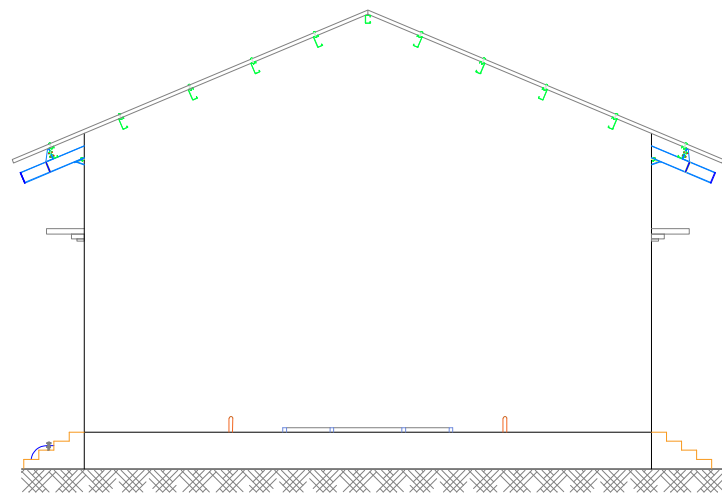
14

21

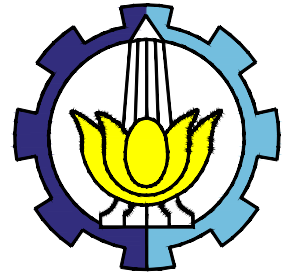




 **TAMPAK DEPAN**  
Skala 1 : 100



 **TAMPAK BELAKANG**  
Skala 1 : 100



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Tampak Unit Reservoir dan  
Rumah Pompa

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

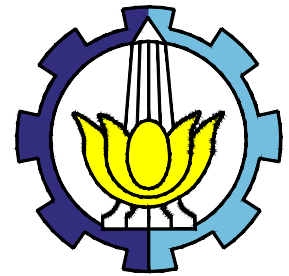
NO LEMBAR

JML. LEMBAR

15

21





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Tampak Unit Reservoir dan  
Rumah Pompa

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

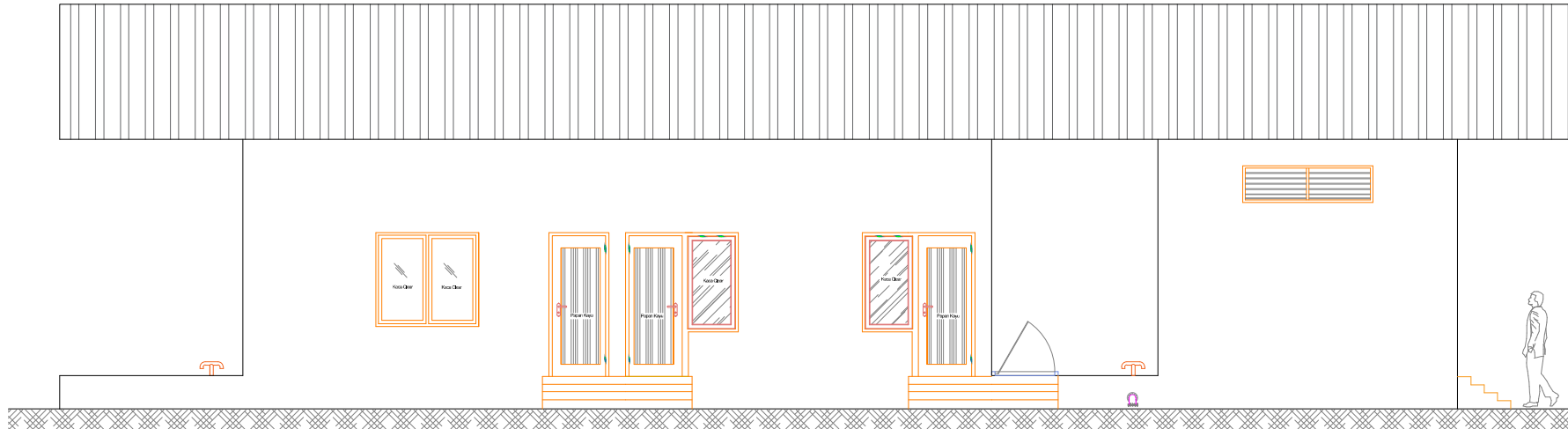
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

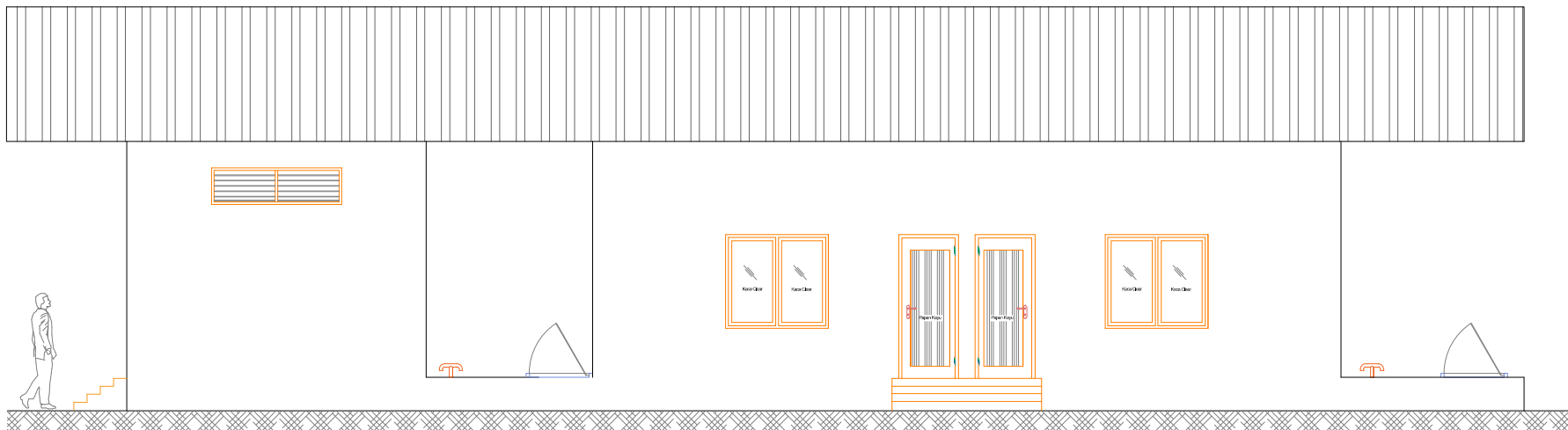
JML. LEMBAR

16

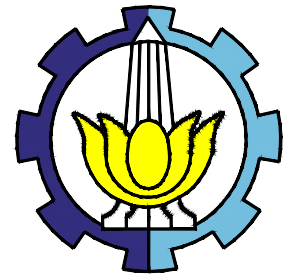
21



 **RESERVOIR TAMPAK SAMPING KIRI**  
Skala 1 : 100



 **RESERVOIR TAMPAK SAMPING KANAN**  
Skala 1 : 100



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Layout Bangunan Pengolahan  
Lumpur (SDB)

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

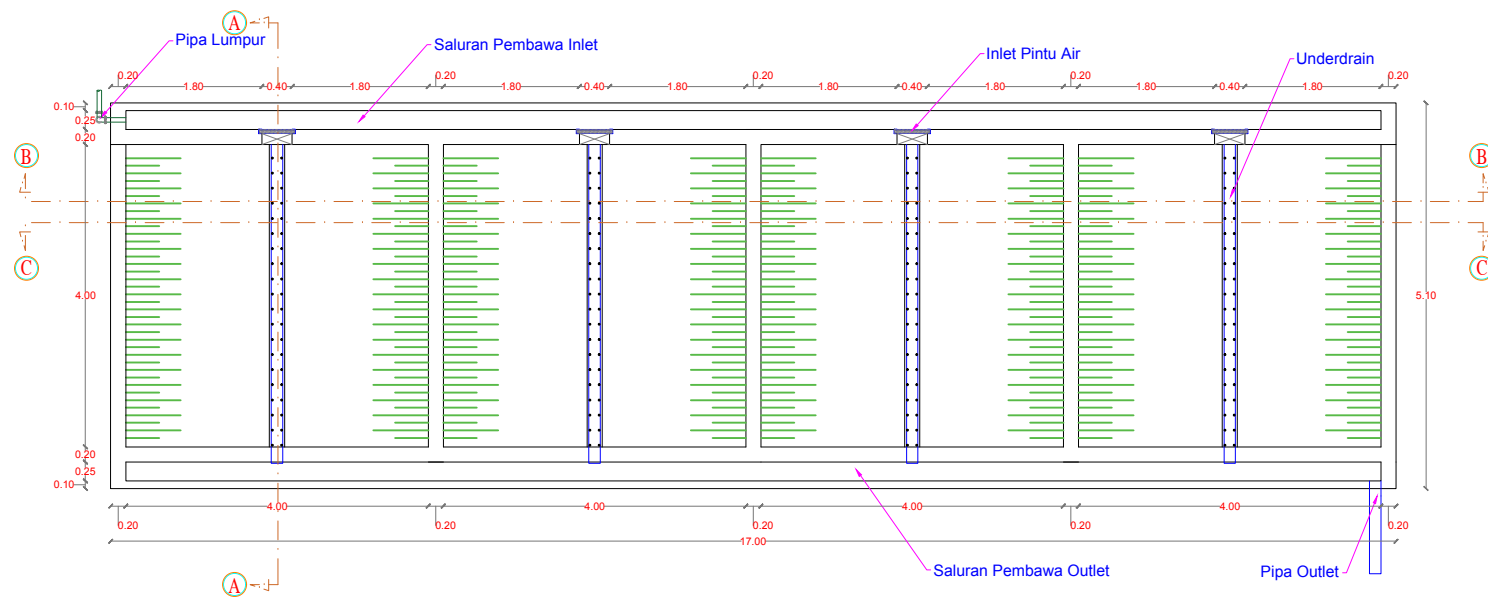
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

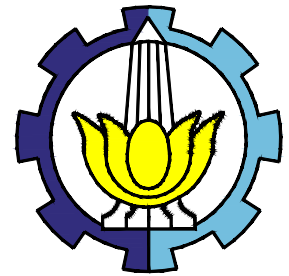
JML. LEMBAR

17

21



 **LAYOUT SLUDGE DRYING BED**  
Skala 1 : 100



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Layout Bangunan Sludge  
Drying Bed

LEGENDA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

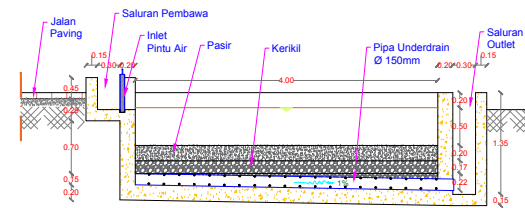
Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

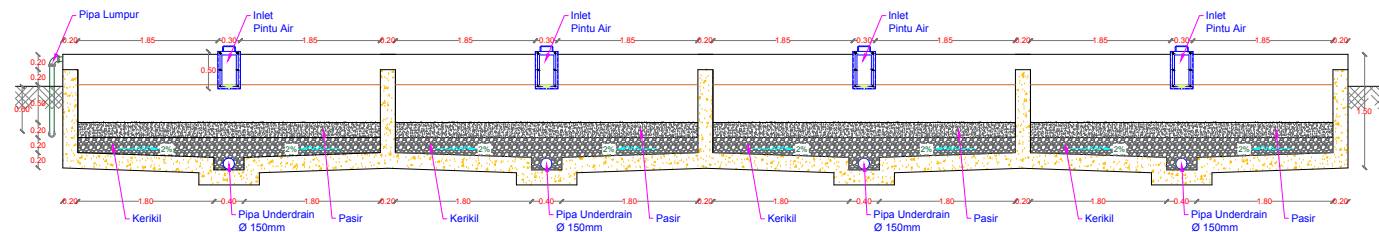
JML. LEMBAR

18

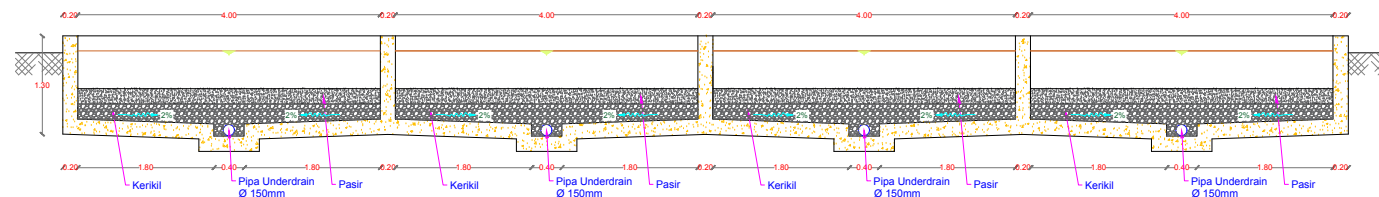
21



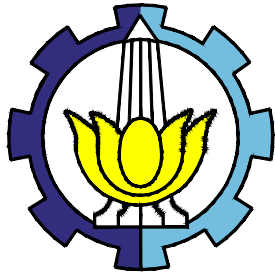
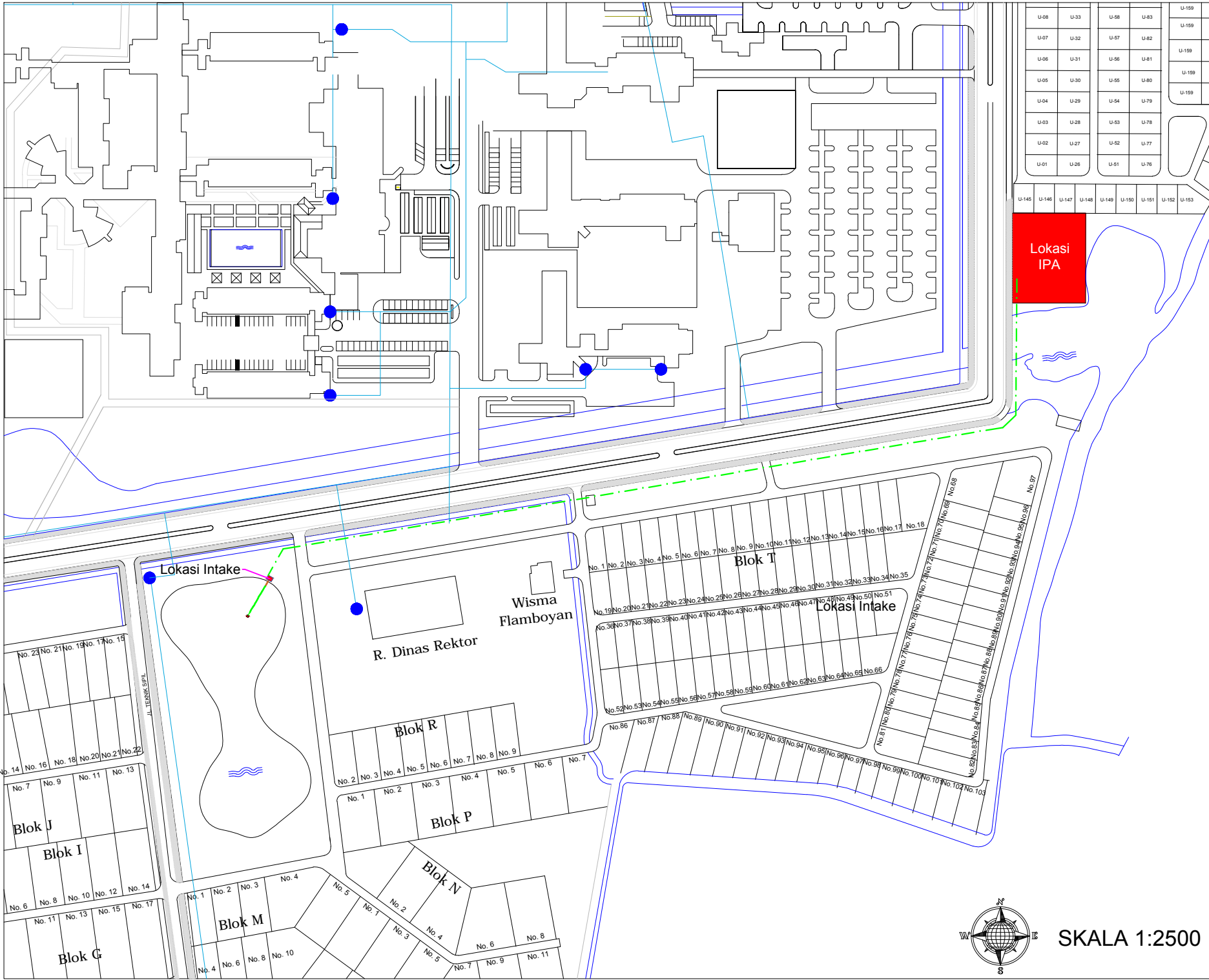
**POTONGAN A-A**  
Skala 1 : 100



**POTONGAN B-B**  
Skala 1 : 100



**POTONGAN C-C**  
Skala 1 : 100



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Layout Bangunan Pengolahan  
Air Minum ITS

LEGENDA

- : Pipa Pembawa
- : Badan Air
- : Meter Air
- : Pipa Distribusi

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

JML. LEMBAR

19

21



SKALA 1:2500

U-145

U-146

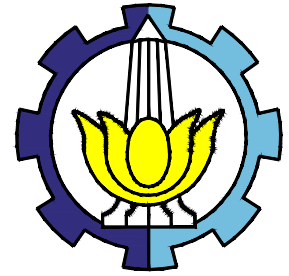
U-147

U-148

U-149

U-150

U-151



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Layout Bangunan Pengolahan  
Air Minum ITS

LEGENDA

— : Pipa Pembawa

~ : Badan Air

- - - : Pipa Distribusi Eksisting

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

21

JML. LEMBAR

21

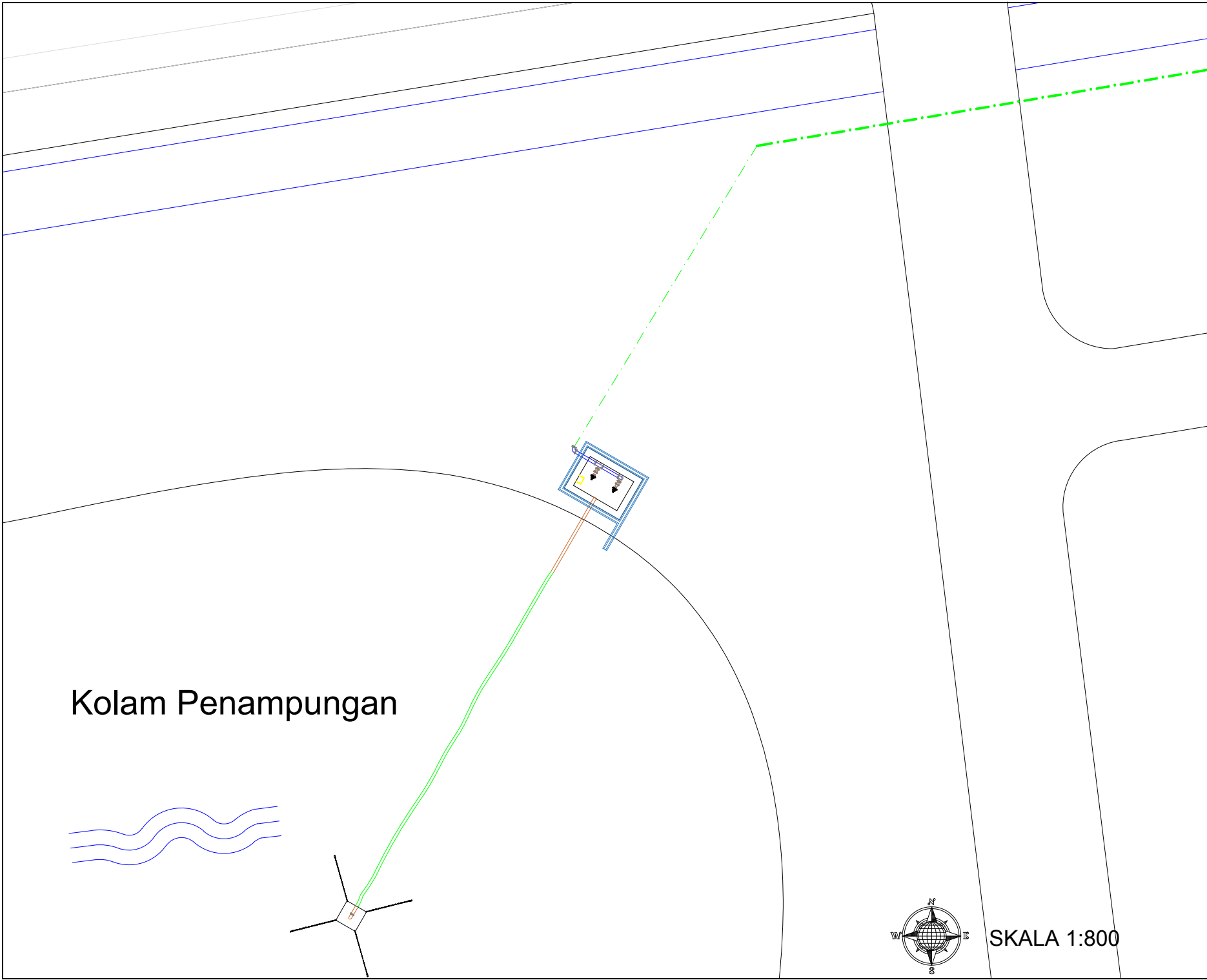
Lahan Pengembangan 2

Lahan Pengembangan 1

Jalan



SKALA 1:400





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

JUDUL GAMBAR

Layout Intake Pengolahan Air  
Minum ITS

LEGENDA

-  : Pipa Pembawa
-  : Badan Air

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Hariwiko Indaryanto, M.Eng  
NIP : 19520707 198103 1 005

MAHASISWA

Eko Ary Priambodo  
NRP : 3313100005

NO LEMBAR

JML. LEMBAR

20

21



SKALA 1:800

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Eko Ary Priambodo dilahirkan di Tulungagung pada 22 tahun yang lalu tepatnya 23 Mei 1994. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDN Kampung Dalem 1. Kemudian dilanjutkan di SMPN 2 Tulungagung pada tahun 2007-2010, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN Kauman dari tahun 2010-2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS, Surabaya pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313 100 005.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan HMTL, BEM FTSP, maupun BEM ITS. Penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi di HMTL dan sebagai anggota KPPL. Prestasi yang pernah diraih penulis salah satunya adalah mendapatkan medali perunggu pada Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional 28 pada bidang PKM KC. Berbagai pelatihan dan seminar juga telah diikuti dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email [eko.ary15@yahoo.co.id](mailto:eko.ary15@yahoo.co.id).



ITS

Institut Teknologi  
Sepuluh NopemberKEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : EKO ARY PRIAMBODO  
 NRP : 331300005  
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum ITS

| No | Tanggal         | Keterangan Kegiatan / Pembahasan                                                                                                                                       | Paraf |
|----|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | 07 sep 2016     | Revisi Proposal tugas akhir - tujuan<br>- data awal plan ITS                                                                                                           |       |
| 2  | 26 sep 2016     | - Revisi dimensi flokulasi yang terlalu besar<br>- Cek tt pada flokulasi                                                                                               |       |
| 3  | 11 oktober 2016 | - Cek rumus unit pengolahan<br>- Gambar sketsa unit pengolahan                                                                                                         |       |
| 4  | 20 oktober 2016 | - Menentukan zona kosong pada presedimentasi<br>- Arah aliran di flokulasi di balik untuk memanfaatkan zona kosong<br>- Semua pipa ditambah dibawah outlet sedimentasi |       |
| 5  | 2 Nov 2016      | - Penentuan IPA di lokasi (blok V)<br>- Intake dibuat model perahu untuk mendapatkan air yang bagus<br>- Rencanakan rumah jaga, ruang kontrol, rumah kimia, lab        |       |
| 6  | 14 Nov 2016     | - Revisi laporan kemajuan                                                                                                                                              |       |
| 7  | 15 Nov 2016     | - Revisi media filter<br>- Detail gambar unit bangunan                                                                                                                 |       |

Surabaya, 07 sep 2016...  
 Dosen Pembimbing

Ir. Haryono Indaryanto, M.Eng





ITS

**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR/TESIS**

Nama : Elco Ary Pembodo  
NRP : 3312100005  
Judul Tugas : Perancangan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum  
Akhir/Tesis : Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember

| No | Tanggal         | Keterangan Kegiatan / Pembahasan                                        | Paraf |
|----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| 8  | 25 NOV 2016     | Revisi laporan kemajuan superbi hasil seminar kemajuan<br>Revisi gambar |       |
| 9  | 28 NOV 2016     | Konsultasi laporan akhir                                                |       |
| 10 | 2 Desember 2016 | Cek-list laporan akhir dan ppt                                          |       |

Surabaya, 07 Sep 2016.....  
Dosen Pembimbing

Ir. Haidiwo Indaryanto, M. Eng



BERITA ACARA  
SEMINAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR  
Semester Gasal 2016/2017

Pada

Hari, tanggal : Selasa, 22 November 2016  
Jam : 09.30 - 11.00  
Tempat : R. Sidang

telah dilaksanakan Seminar Kemajuan Tugas Akhir :

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum Kampus ITS

Nama Mahasiswa : EKO ARY PRIAMBODO  
NRP. : 3313100005  
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan  
Bidang Tugas Akhir : Perencanaan / Penelitian / Studi Pustaka \*  
Tanda Tangan : *Mkt*

TOEFL = 420

Berdasarkan hasil evaluasi penguji, dinyatakan bahwa proposal tersebut :

1. dapat mengikuti ujian Tugas Akhir
2. tidak dapat mengikuti ujian Tugas Akhir

*Handwritten:* Saran, saran perbaikan:  
- *Kriteria Perencanaan IPAM ITS*

- *Cell treatment TS dan lewis koagulan*
- *Air baku aktif dan penambahan potensi air baku tidak selamanya*
- *Tidak semua unit dan struktur beton ada komposisi modifikasi → fibre.*

- o *Sanitasi Kondisi Pengolahan*
- o *Tambahkan SDB di layout*

*M.A.M.* 2. *Perbaikan penat dan saat diskusi.*

Pembimbing,

*Handwritten signature: H. Hariwiko Indarjanto*  
H. Hariwiko Indarjanto, Meng

Tim Penguji :

- |    | Nama                              | (Tanda Tangan)     |
|----|-----------------------------------|--------------------|
| 1. | <i>Dr. Hs. Agus M. Ph.D.</i>      | <i>[Signature]</i> |
| 2. | <i>Adhi Yudianto, ST, MT, PP.</i> | <i>[Signature]</i> |
| 3. | <i>Alfon Purnomo</i>              | <i>[Signature]</i> |

\*. Corel yang tidak perlu



**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : EKO Aty Priambodo  
NRP : 3213100005  
Judul Tugas Akhir : Penelitian dan Analisis Pengolahan Air Minum Kampus ITS

| No | Saran Perbaikan<br>(sesuai Form KTA-02)                                               | Tanggapan / Perbaikan<br>(bila perlu, sebutkan halaman) |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1  | Kriteria perencanaan IPAM ITS                                                         | Hal 30                                                  |
| 2  | Cek kekeliruan dalam pembahasan potensi air baku dan dosis koagulan                   | Lampiran 3                                              |
| 3  | Air baku ditulis dalam pembahasan potensi air baku tidak seluruhnya mengalir ke kolam | Hal 35                                                  |
| 4  | Tidak semua unit skedulir beton                                                       | Lampiran 4                                              |
| 5  | Gambar kondisi koagulan                                                               | Lampiran 4                                              |
| 6  | Tambah SDB di layout                                                                  | Lampiran 4 & Hal 67                                     |
| 7  | Cek penulisan                                                                         |                                                         |

Dosen Pembimbing,

Dr. Harwika Indarjanto, M.Eng.

Mahasiswa Ybs.,

Eko Aty Priambodo



BERITA ACARA  
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR/TESIS\*

Pada

Hari, Tanggal : Rabu, 3 Januari 2017  
Jam : 10.00-12.00  
Tempat : R. Sidang

telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir :

Judul : Perencanaan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum Kampus ITS TOEFL = 420

Nama Mahasiswa : EKO ARY PRIAMBODO  
Nrp. : 3313100005  
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan  
Bidang Tugas Akhir : Perencanaan / Penelitian / Studi Pustaka\*  
Tanda Tangan :

Berdasarkan hasil evaluasi penguji, mahasiswa tersebut dinyatakan:

LULUS / TIDAK LULUS

Saran-saran perbaikan:

- P. Alfar*  
- Stainless steel selokan di bagian atas ke atas  
- Ruang pengolahan untuk pengolahan air minum perlu lebih luas  
- Plat pengalir dengan tube stiller
- P. Alfar*  
1. Konsep pengumpulan air baku dan air tawar digunakan  
2. Konsep pengolahan - flokulasi  
3. Sedimentasi dan pengendapan  
4. Kecepatan aliran air di bagian  
5. Desain intake & hidrolis  
6. Desain & tank  
7. Hostrack hidro & biologis  
8. Desain pemecahan panyang pada settler
- 12/01/17*  
1. Konsep pengolahan air baku dan air tawar digunakan  
2. Konsep pengolahan - flokulasi  
3. Sedimentasi dan pengendapan  
4. Kecepatan aliran air di bagian  
5. Desain intake & hidrolis  
6. Desain & tank  
7. Hostrack hidro & biologis  
8. Desain pemecahan panyang pada settler
- 13/01/17*  
- Bede flokulasi didesain ulang  
- Hitung lagi jumlah bak penyerap

Tim Penguji :

| Nama        | (Tanda Tangan) |
|-------------|----------------|
| 1. Alfan P. | ()             |
| 2. M. A. M. | ()             |
| 3. Adha Y.  | ()             |

Pembimbing,

Ir. Hariwiko Indarjanto, MEng

Keterangan

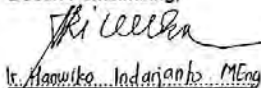
\* Coret yang tidak perlu

**ITS**Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER****FORM FTA-05****FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

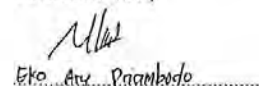
Nama : Eko Ary Priambodo  
 NRP : 3313100005  
 Judul Tugas Akhir : Perancangan Unit Bangunan Pengolahan Air Minum Kampus ITS

| No | Saran Perbaikan<br>(sesuai Form UTA-02)                   | Tanggapan / Perbaikan<br>(bila perlu, sebutkan halaman)           |
|----|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1  | Stainless steel dimasukkan ke BOQ & RAB                   | - Telah dimasukkan ke BOQ & RAB. halaman 70-74                    |
| 2  | Ruang pengolahan untuk penguraian flokulasi terlalu kecil | - Telah direvisi ulang pipa penguras lumpur flokulasi. Lampiran 4 |
| 3  | Plate diganti dengan tube                                 | - Telah menggunakan plate settler tidak jadi tube settler         |
| 4  | konsep pengumpulan air baku                               | - Telah ditambahkan pada analisis kuantitas air baku              |
| 5  | konsep koagulasi - flokulasi                              | - pada hal 33 - 36<br>- Telah diperbaiki pada hal 44 - 47         |
| 6  | BOQ & RAB                                                 | - Telah diperbaiki pada hal 70 - 74                               |
| 7  | Kesimpulan sulit dipahami                                 | - Telah diperbaiki pada hal 19                                    |
| 8  | integrasi air PDARA ke air olahan IPAM                    | - Telah diperbaiki dan ditambahkan pada hal 76 - 77               |
| 9  | Kapur & Tawas                                             | - Telah diperbaiki pada hal 46 - 47                               |
| 10 | Abstrak indo + ingris                                     | - Telah diperbaiki pada hal i - iv                                |
| 11 | Dasar perhitungan panjang plate                           | - Telah dijelaskan pada hal 51                                    |
| 12 | Bak Flokulasi didesain ulang                              | - Telah di desain ulang pipa pengurasan pada lampiran 4           |
| 13 | Hitung lagi jumlah bak filter                             | - Telah diperbaiki pada hal 57                                    |

Dosen Pembimbing,

  
 Ir. Hanwika Indarjanto, MEng

Mahasiswa Ybs.,

  
 Eko Ary Priambodo